Aus der Kinderklinik der Freien Universität Berlin
Kaiserin Auguste Victoria Haus
Abteilung für Pädiatrie I mit Schwerpunkt Kardiologie
Leitung: Prof. Dr. Georg Bein

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE VON LANGZEIT-ELEKTROKARDIOGRAMMEN ÜBER 10 STUNDEN BEI GESUNDEN NEUGEBORENEN

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
KLAUS-DIETER WURPS
Berlin 1983

Aus der Kinderklinik der Freien Universität Berlin
Kaiserin Auguste Victoria Haus
Abteilung für Pädiatrie I mit Schwerpunkt Kardiologie
Leitung: Prof. Dr. Georg Bein

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE VON LANGZEIT-ELEKTROKARDIOGRAMMEN ÜBER 10 STUNDEN BEI GESUNDEN NEUGEBORENEN

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
KLAUS-DIETER WURPS
Berlin 1983

Referent: Prof. Dr. G. Bein

Korreferent: Prof. Dr. F. Dressler

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 11. August 1983

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546623_0008

Gewidmet meiner Familie,
insbesondere meinen Söhnen
Henrik und Steffen

INHALTSVERZEICHNIS Seite

1.	Das Elektrokardiogramm	9
1.1	Die Bedeutung des Ekg's in der Pädiatrie	9
1.2	Die Entwicklung des Ekg's	10
2.	Technische Voraussetzungen	12
2.1	Ausführung des Ekg's	12
2.1.1	Das Aufnahmesystem	12
2.1.2	Das Wiedergabesystem	13
2.1.3	Die Elektroden	15
2.1.4	Die Anlegepunkte der Elektroden	15
2.2	Die Neugeborenen bzw. Säuglinge	17
2.2.1	Die Auswahlkriterien	17
2.2.2	Die Durchführung des Ekg's	20
2.3	Die Auswertung	22
2.3.1	Die Methodik der Auswertung	22
2.3.2	Die untersuchten Parameter	22
3.	Ergebnisse	25
3.1	Aussagen über die Frequenz	25
3.1.1	Meßwerte	25
3.2	Die Frequenz in Abhängigkeit vom Lebensalter	27
3.2.1	Meßwerte	27
3.2.2	Die maximalen und minimalen Frequenzen in Abhängigkeit vom Alter und vom Geschlecht	28
3.2.3	Meßwerte	29
3.3	Die Betrachtung der Frequenz zu einem bestimmten Zeitpunkt	31
3.3.1	Voraussetzungen	31
3.3.2	Meßwerte	32
3.4	Die spezifische Ekg-Auswertung	33
3.4.1	Die P-Welle	33
3.4.2	Die PQ-Zeit	35
3.4.3	Der QRS-Komplex	37
3.4.4	Die QT-Zeit	39
3.4.5	Die ST-Strecke	40
3.4.6	Der Korrelationskoeffizient aus der Frequenz (F) und der PQ-Zeit	42
3.4.7	Extrasystolen	44
4.	Diskussion	46
4.1	Vorbetrachtungen zur Diskussion	46
4.2	Herzrhythmus und Herzfrequenz	47
4.2.1	Herzrhythmus	47
4.2.2	Sinustachykardie und Sinusbradykardie	48
4.2.3	Herzfrequenz	50
4.3	Morphologische Ekg-Interpretation	53
4.3.1	Die P-Welle	53
4.3.2	Das PQ-Intervall	54
4.3.3	Der QRS-Komplex	56
4.3.4	Die QT-Zeit	58
4.3.5	Der Korrelationskoeffizient aus der Frequenz (F) und der PQ-Zeit	60
4.3.6	Die ST-Strecke	61
4.4	Herzrhythmusstörungen	63
5.	Zusammenfassung	66

6. Anhang
6.1 Literaturverzeichnis
6.2 Ausgesuchte Ekg-Beispiele
6.3 Beispiel eines Meßprotokolls
6.4 Übersicht (tabellarisch) der Ergebnisse einiger Autoren und dieser Untersuchung
6.5 Meßergebnisse, tabellarisch
6.6 Tabelle der einzelnen QT-Zeiten nach Hegglin-Holzmann

INHALT

Bei 50 gesunden, reifen Neugeborenen, die bis zu 22 Tage alt waren und deren Geburtsgewicht über 2.000 Gramm lag, wurde ein Elektrokardiogramm über 10 Stunden aufgenommen. Alle halbe Stunde wurde ein Ekg-Auszug routinemäßig angefertigt; zusätzlich wurden alle Auffälligkeiten wie extreme Tachykardien oder Bradykardien, Rhythmusänderungen durch einen Ekg-Auszug dokumentiert. Auf diese Weise sind mehr als 1.000 Elektrokardiogramme ausgewertet worden. Die folgenden Parameter sind registriert und diskutiert worden: die Frequenz (Durchschnitt 136,25 +/- 14,61 Schläge pro Minute, maximaler Sinusrhythmus 178,66 +/- 23,91 Schläge pro Minute, minimaler Sinusrhythmus 104,96 +/- 16,36 Schläge pro Minute), P-Welle (Dauer 0,0561 +/- 0,0061 Sekunden), PQ-Zeit (0,1079 +/- 0,0101 Sekunden), QRS-Komplex (Dauer 0,0546 +/- 0,00612 Sekunden), QT-Strecke (0,2626 +/- 0,0144 Sekunden), ST-Strecke, die Korrelation zwischen Frequenz und PQ-Zeit und Arrhytmien. Bei den Untersuchungen wird deutlich, daß Herzrhythmus und die Dauer einzelner Ekg-Abschnitte bei gesunden, reifen Neugeborenen doch relativ konstante Werte aufweisen, obwohl häufige Frequenzvariationen und gelegentliche Rhythmusänderungen auftreten, die bislang für pathologisch gehalten wurden.

CONTENTS

Ten-hour electrocardiograms were recorded in the first 22 days of life on 50 healthy full-term infants with birthweights greater than 2 kilograms. Every half-an-hour an electrocardiogram was evaluated, additional special electrocardiographic interesting situations as extreme tachycardy or bradycardy, alterations of rhythm were registered. Thus more than 1000 electrocardiograms were examined. The following measurement results are remarked and discussed: frequency (average 136,25 +/- 14,61 beats per minute, maximum sinus rate 178,66 +/- 23,91 beats per minute, mimimum sinus rate 104,96 +/- 16,36 beats per minute), P-duration (0,0561 +/- 0,00612 seconds), PQ-interval (0,1079 +/- 0,0101 seconds), QRS-complex (0,0546 ± 0,00612), QT-interval (0,2626 +/- 0,0144 seconds), St-part, the correlation between frequency and PQ-interval and dysrhythmia.
This study shows that cardiac rhythm and conduration appear more stable in healthy full-term newborns though there are many variations in heart rate and rhythm hitherto considered to be abnormal.

1. Das Elektrokardiogramm (Ekg)

1.1 Die Bedeutung des Ekg's in der Pädiatrie

In der Diagnostik kardialer Erkrankungen nimmt das Elektrokardiogramm (Ekg) eine zentrale Stellung ein, weil es über die Erregungsabläufe der einzelnen Kammern und Abschnitte des Herzens am genauesten Aufschluß gibt. Wegen der geringen Belastung für den Patienten, wenn man überhaupt von Belastung sprechen kann, und wegen des relativ geringen Aufwandes gehört das Ekg heute in der Klinik zu den Routineuntersuchungen. Insbesondere bei den Erwachsenen ist die Technik des Ekg's ausgereift, und es können alle gewünschten, auch spezielle Ableitungen innerhalb kurzer Zeit und ohne größere Vorbereitungen ausgeführt werden.

Die Literatur beschäftigt sich vorwiegend in der Anwendung und Auswertung des Ekg's mit den kardialen Erkrankungen des Erwachsenen, während die Kardiologie des Kindes, insbesondere des Neugeborenen und Säuglings, bezüglich des Ekg's vergleichsweise wesentlich weniger Raum einnimmt. Das liegt natürlicherweise daran, weil die Diagnostik - und abhängig davon die Therapie - kardialer Erkrankungen des Erwachsenen, ob erworben oder angeboren, im Vergleich zum Kleinkind einfacher und leichter durchzuführen waren.

Erst in den letzten Jahren sind auch in der Kardiologie des Kleinkinds die diagnostischen Möglichkeiten erweitert und vervollkommnet worden. Die Probleme lagen nicht nur in der Größe des Objekts; ein Neugeborenes bzw. Säugling ist kein kleiner Erwachsener, bei dem es genügen würde, die apparative Größe entsprechend zu verringern.

Für meine Untersuchungen hatte sich die Technik ganz auf die Lebensgewohnheiten der Neugeborenen in der Klinik einzustellen, um möglichst unverfälschte und verwertbare Meßgrößen und Ergebnisse zu erhalten.

1.2 Die Entwicklung des Ekg's

Als einer der ersten beschäftigte sich Heubner (13b) im Jahre 1908 mit der Aufzeichnung und Auswertung der elektrischen Ströme des Herzens; überwiegend mit pathologischen Erregungsabläufen befaßte sich Hecht (13a) 1913; ab 1926 hält Doxiades (6) den Erregungsablauf im postnatalen Herzen graphisch fest und postuliert ein Fortbestehen des fetalen Erregungsablaufes im Herzen für postnatal und später. Die Qualität dieser Ekg-Aufzeichnungen ist zwar nicht so gut wie heute, aber alle wichtigen Abschnitte dieser Momentaufnahme sind deutlich zu erkennen und wären auch heute noch für eine Diagnostik ohne Einschränkungen verwertbar. Die Unzulänglichkeiten der technischen Möglichkeiten zwangen den Mediziner, sich immer nur mit Momentaufnahmen zufrieden geben zu müssen. Erst die sechziger Jahre brachten hier die Wende. Bislang hielt man die kurzen, 1 bis 5 Minuten dauernden Ekg-Aufzeichnungen für ausreichend und repräsentativ, ohne zu wissen, ob man aufgrund dieser Momentaufnahme unbedenklich rückschließen kann auf einen mehr oder weniger längeren Zeitraum vor oder nach der Ekg-Aufnahme. Man strebte Langzeitaufnahmen des Ekg's an, jedoch waren anfangs die technischen Voraussetzungen so aufwendig und belastend für den Patienten, daß nur Erwachsene dieser Untersuchung unterzogen werden konnten. Die technische Weiterentwicklung der letzten 15 bis 20 Jahre hat es aber ermöglicht, auch bei Neugeborenen ein kontinuierliches Langzeit-Ekg anzufertigen, ohne ihre Lebesngewohnheiten wesentlich zu beein-

Einer der ersten, der in dieser Richtung Untersuchungen angestellt hat, war I. Välimäki (27), allerdings unter anderen Voraussetzungen und mit anderen Zielvorstellungen.

Aufgabe dieser Promotionsarbeit soll es sein nachzuweisen, wie weit man sich auf eine Momentaufnahme des Ekg's bei Neugeborenen verlassen kann, ob ihr tatsächlich die Aussagekraft zukommt, die man ihr heute beimißt.

2. Technische Voraussetzungen

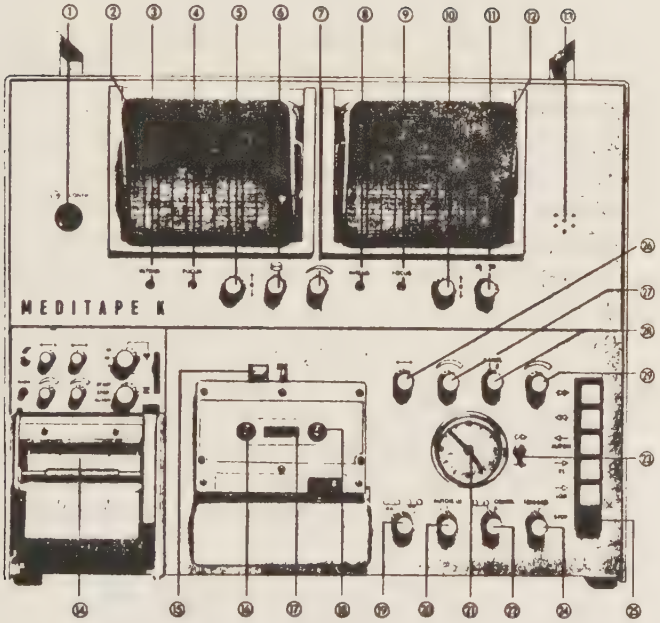
2.1 Ausführung des Egk's

Um die Neugeborenen möglichst wenig zu belasten, war es notwendig, eine transportable Aufnahmeeinheit und ein davon getrenntes Wiedergabesystem zu schaffen, um weitgehend unabhängig und flexibel sein zu können.

2.1.1 Das Aufnahmesystem

Hierbei handelt es sich um ein kleines tragbares Bandgerät, vergleichbar einem Cassettenrecorder, das die Speicherung von 2 Egk-Ableitungen erlaubt. Es ermöglicht Langzeit-Ekg-Aufzeichnungen unter normalen Umwelt- und Arbeitsbedingungen. Durch einen wiederaufladbaren Akkumulator ist das Gerät vom Stromnetz unabhängig und für ca. 10 Stunden betriebsfähig. In meinem Fall waren die Aufnahmebedingungen sehr günstig, weil das Gerät direkt neben das Neugeborene plaziert und während der gesamten Aufnahme dort belassen werden konnte, da das Neugeborene nur zum Stillen, Füttern, Wickeln etc. bewegt wurde. Somit konnte das Gerät unter nahezu konstanten Bedingungen eingesetzt werden; Belastungen und Fehlerquellen durch Transport, Temperaturunterschiede, veränderte Luftfeuchtigkeit etc. konnten auf diese Art und Weise vermieden werden. Durch diese Bemühungen, äußere Störfaktoren so gering wie möglich zu halten, wurden für alle Elektrokardiogramme ungefähr die gleichen Voraussetzungen geschaffen.

2.1.2 Das Wiedergabesystem



1 Kontrolleingangsbuchse
2 linker Sichtschirm
3- 6 Regler für linken Sichtschirm
7 Lautstärkeregler für Geräusche aus der Herzfrequenz
8-11 Regler für rechten Sichtschirm
12 rechter Sichtschirm
13 Lautsprecher für Geräusche aus der Herzfrequenz
14 Zweikanalregistrierer
15-18 Eingabesystem für Magnetbandcassette
19-22 Zeitautomatik
23-26 Bandlaufsteuerung
27-29 Kanalwahl- und Steuerungssystem

Abb. 1: Meditape K / Firma Siemens

An dem in Abbildung 1 gezeigten Gerät erfolgt die Auswertung der Elektrokardiogramme, die auf einer Magnetbandcassette gespeichert sind. Die Auswertung ist zu jedem beliebigen Zeitpunkt möglich. Das Gerät erlaubt eine zeitgeraffte, getriggerte Ekg-Darstellung mit der sechzigfachen Aufnahmegeschwindigkeit. Eine zehnstündige Aufnahme kann also in 10 Minuten zumindest einmal durchgespielt werden. Zur genaueren Auswertung kann das Band an jeder beliebigen Stelle angehalten werden, und man kann sich das Ekg in Aufnahmegeschwindigkeit ansehen. Gleichzeitig kann das Ekg mit dem eingebauten Zweikanalregistrierer dokumentiert werden, wobei ein Papierschub von 50 mm/sec gewählt wurde. Eine eingebaute und zuschaltbare Uhr erlaubt die nachträgliche zeitliche Zuordnung des Ekg's. Bei zeitgeraffter Wiedergabe ist so das rasche Auffinden jeder gewünschten Bandstelle möglich. Während das Ekg in Aufnahmegeschwindigkeit auf dem linken Bildschirm zu sehen ist, wird bei Zeitraffung auf dem rechten Bildschirm die Pulsfrequenz als Hüllkurve dargestellt. Akustisch wird das zeitgeraffte Ekg über den Lautsprecher abgestrahlt. Die Tonhöhe und ihre Schwankungen entsprechen der Herzfrequenz und ihrer Änderung.

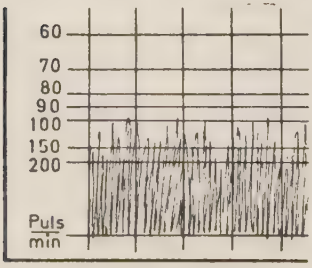


Abb. 2: Hüllkurve der Pulsfrequenz bei zeitgeraffter Aufnahme.

Jeder senkrechte Strich entspricht einem Herzschlag, die Höhe der Striche ist umgekehrt proportional der Pulsfrequenz.

2.1.3 Die Elektroden

Anfangs gab es bei den Ekg-Aufnahmen einige Schwierigkeiten, weil die Elektroden nicht den Anforderungen entsprachen. Im Verhältnis zur Größe der Neugeborenen bzw. Säuglinge waren sie zu groß und unförmig, so daß sie sich während der zehnstündigen Aufnahme häufig lösten, oder die Kontaktfläche zwischen der Haut und der Elektrode verringerte sich (z.B. durch Eintrocknen der Kontaktpaste) und damit auch der elektrische Widerstand zwischen Haut und Elektrode. Als Folge davon ergaben sich teilweise sehr verwischte Ekg-Aufnahmen, die nicht verwertet werden konnten.

In der Folgezeit wurden von der Firma Siemens modifizierte, speziell auf Neugeborene bzw. Säuglinge abgestimmte Elektroden und eine andere Kontaktpaste entwickelt, die sich bewährten und keinen Anlaß zur Klage mehr boten.

2.1.4 Die Anlegepunkte der Elektroden

Zur Abnahme der Ekg's werden für Kanal 1 und Kanal 2 insgesamt 5 Klebeelektroden für bipolare Brustwandableitungen an den Thorax des Neugeborenen bzw. Säuglings angelegt. Die Anlegepunkte entsprechen den Brustwandableitungen nach Nehb; dargestellt werden die Ableitungen NA und NI, entsprechend den Ableitungen II und III nach Einthoven.

Die genauen Abnahmepunkte des Ekg's werden noch einmal in Abbildung 3 auf der folgenden Seite wiedergegeben.

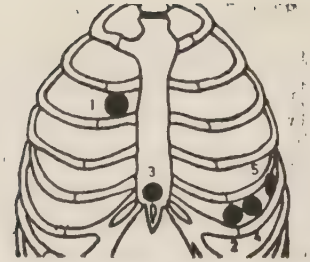


Abb. 3: Anlegepunkte der Elektroden

Kanal 1: 3 Elektrodenkabel

1	rot	2. ICR rechts
2	gelb	linke vordere Axillarlinie im 5. ICR
3	schwarz	Sternum

Kanal 2: 2 Elektrodenkabel

4	gelb	linke vordere Axillarlinie im 5. ICR
5	rot	hintere Axillarlinie in Höhe des Processus xiphoideus

2.2 Das Neugeborene

2.2.1 Die Auswahlkriterien

Da es eine meiner Aufgaben sein soll, die in den Lehrbüchern der Kinderheilkunde aufgeführten Durchschnittswerte eines Ekg's von Neugeborenen zu verifizieren, konnten für meine Untersuchungen also nur "gesunde" Untersuchungspersonen in Betracht kommen. Da ich meine Arbeit in einer reinen Kinderklinik gemacht habe, in der kaum Neugeborene ohne jeden pathologischen Befund stationär lagen, war ich gezwungen, den Begriff "gesund" neu zu definieren. In diesem Fall heißt gesund also, daß die Neugeborenen kardial, pulmonal und cerebral intensiv untersucht worden sind und von dieser Seite völlig unauffällig waren. Bei kardialen, pulmonalen und cerebralen Verdachtsdiagnosen wurde das Ekg nur dann verwertet, wenn sich im weiteren Verlauf diese Diagnosen nicht bestätigten.

Weiterhin mußten die Neugeborenen 10 Minuten nach der Geburt einen Apgar-Index von mindestens 8 aufweisen, um für die Untersuchung in Frage kommen zu können.

Die Geburt mußte etwa am errechneten Termin erfolgt sein (bei bekannter Regelanamnese). Bei nicht bekanntem Termin wurde eine Klassifizierung nach den üblichen Reifezeichen durchgeführt. Frühgeburten oder Übertragungen wurden nicht verwertet.

Insgesamt habe ich bei 50 Neugeborenen ein zehnstündiges Ekg angefertigt und ausgewertet. Hiervon waren 25 Jungen und 25 Mädchen.

In der folgenden Tabelle sind die Gründe für den stationären Aufenthalt der Neugeborenen, aufgeschlüsselt nach dem Geschlecht, angezeigt:

Krankheit	Junge	Mädchen	Summe
Verdacht auf beginnendes Atemnotsyndrom	6	2	8
Rh-Inkompatibilität mit Austauschtransfusion		2	2
Rh-Inkompatibilität ohne Austauschtransfusion	1	1	2
Hyperbilirubinämie	7	8	15
angeb. Klumpfuß	1		1
Pylorusstenose	2	2	4
Zustand nach Sectio	2	2	4
Anämie		1	1
Toxoplasmose der Mutter	1		1
Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalte	1	1	2
Erb'sche Lähmung	1		1
Plexuslähmung		1	1
Soorstomatitis		1	1
Polyglobulie		1	1
Konjunktivitis	1		1
Pyelonephritis	1		1
II. Zwilling mit postpartalen Adaptionsstörungen		2	2
Luespräventivkur	1		1
Zustand nach Vakuumextraktion		1	1
g e s a m t :	25	25	50

Tab. 1: Angaben über Krankheiten und Geschlecht der untersuchten Neugeborenen

Ein Faktor von großer Wichtigkeit war das Alter der Neugeborenen bei Aufnahme des Ekg's. Gerade in der postpartalen Zeit sind wegen der Umstellung der Kreislaufverhältnisse Veränderungen der Hämodynamik, der intrathorakalen und intravasalen Drucke zu erwarten, die möglicherweise Auswirkungen auf das Ekg haben dürften. Aus diesen Gründen habe ich eine Klassifizierung der Elektrokardiogramme bezüglich des Aufnahmealters des Ekg's vorgenommen (Tab. 2).

Die Grenzen habe ich mit zunehmendem Alter etwas weiter gesteckt, da anzunehmen ist, daß sich die wesentlichen oben erwähnten postpartalen Veränderungen in der ersten Lebensphase ereignen werden. Die älteste Ekg-Aufnahme wurde bei einem 22 Tage alten Jungen gemacht. Das Durchschnittsalter aller Neugeborenen betrug 8,4 Tage. Nähere Einzelheiten über die Gruppeneinteilung sind der Tabelle zu entnehmen:

Alter bei Ekg-Aufnahme (Tage)	Junge	Mädchen
1 - 2	5	3
3 - 7	10	9
8 - 14	5	10
15 - 22	5	3
g e s a m t :	25	25

Tab. 2: Altersverteilung bei Aufnahme des Egk's

In die Untersuchungen mit einbezogen wurde das Geburtsgewicht, da mir eine Klassifizierung nur nac den allgemein bekannten Reifezeichen nicht ausreichend erschien. Als unterste Grenze setzte ich mir ein Gewicht von 2.000 g, als oberste Grenze ein Gewicht von 4.500 g. Das in meinen Untersuchungen niedrigste Geburtsgewicht lag bei 2.020 g, das höchste bei 4.350 g. Das Durchschnittsgewicht lag bei 3.168 $\pm$ 542 g. Das durchschnittliche Gewicht während der Ekg-Aufnahmen (aktuelles Gewicht) lag bei 3.181 $\pm$ 588 g. Alle 3 Kinder unter 2.500 g waren ausgetragen. Bezüglich dieser Gruppe hatten 2 Mütter während der Schwangerschaft mäßig bzw. stark geraucht; bei der dritten Mutter war während des Schwangerschaftsverlaufs eine echte Placentainsuffizienz mit abfallenden HPL- und Östriol-Werten nachgewiesen worden.

Weitere Einzelheiten sind der Tabelle 3 bzw. Abbildung 4 zu entnehmen:

Geburtsgewicht (g)	Anzahl
2.000 - 2.500	3
2.500 - 3.000	21
3.000 - 3.500	16
3.500 - 4.000	4
4.000 - 4.500	6
g e s a m t :	50

Tab. 3: Aufteilung des Geburtsgewichts

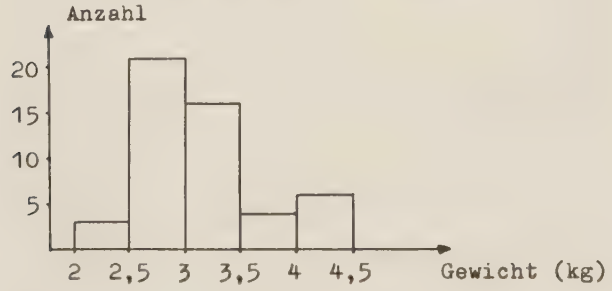


Abb. 4: Graphische Aufteilung von Tabelle 3

2.2.2 Die Durchführung des Ekg's

Die Neugeborenen wurden mehr oder weniger kurz nach der Geburt auf die Neugeborenenstation der Kinderklinik verlegt. Die Gründe hierfür sind in Abschnitt 2.2.1 und in Tabelle 1 dargelegt. Hier wurden sie untersucht, gegebenenfalls behandelt und, falls sie kardial, pulmonal und cerebral unauffällig waren, von mir an ein Langzeit-Ekg-Gerät angeschlossen. Weiterhin wurde die Aufnahmezeit (Start und Ende) notiert, um später eventuelle Ereignisse einem Zeitpunkt zuordnen zu können.

Im allgemeinen wurde darauf geachtet, das Ekg des Neugeborenen unter möglichst natürlichen Bedingungen aufzuzeichnen, d.h. die Registrierung lief kontinuierlich weiter auch beim Füttern, Stillen, Wickeln etc. Diagnostische Eingriffe (Blutentnahmen, Untersuchungen, Röntgenaufnahmen etc.) wurden möglichst nicht während des Beobachtungszeitraums angesetzt.

Nach zehnstündiger Aufnahme wurden die Elektroden abgenommen und die Cassette war bereit, zu einem beliebigen Zeitpunkt ausgewertet zu werden. Bei ausgewerteten Bändern wurde das Ekg gelöscht und das Band stand dann wieder erneut zur Verfügung.

2.3 Die Auswertung

2.3.1 Die Methodik der Auswertung

Die Auswertung eines 10-stündigen Ekg's dauert, wie oben schon erwähnt, mit dem Meditape K der Firma Siemens theoretisch minimal 10 Minuten, wenn man das Ekg ohne Unterbrechung durchlaufen läßt. Zumindest kann man in dieser Zeit einen groben Überblick gewinnen. Man kann in dem getriggerten Ekg eventuelle Normabweichungen wie Tachykardien, Bradykardien, ventrikuläre und supraventrikuläre Extrasystolen, AV-Interferenzen etc. zunächst nur lokalisieren. In einem zweiten Durchgang habe ich solche auffälligen Stellen mit dem Zweikanalregistrierer in Aufnahmegeschwindigkeit festgehalten. Zusätzlich habe ich alle 30 Minuten einen Routineauszug geschrieben, unabhängig davon, ob eine Abweichung von der Norm vorlag oder nicht. Insgesamt habe ich also pro Neugeborenem bei einem 10-stündigen Ekg 20 Routineauszüge ausgewertet. Dazu kommen noch die auffälligen Ekg-Aufnahmen, durchschnittlich 4 pro Neugeborenem, so daß ich bei 50 Probanden insgesamt mehr als 1.200 Ekg-Auszüge kontrolliert und bearbeitet habe.

2.3.2 Die untersuchten Parameter

Bei jedem Neugeborenen wurden folgende Eintragungen ins Protokoll gemacht:
Nummer der Krankengeschichte,
laufende Ekg-Nummer,
Name, Vorname, Geschlecht,
Geburtsdatum und -zeit,
Datum und Laufzeit des Ekg's,
Erkrankung bzw. Einweisungsdiagnose,
Besonderheiten der Gravidität und der Geburt,
Geburtsgewicht und -größe,
aktuelles Gewicht.

Zu diesen statistischen Angaben kommen die Ekg-spezifischen Parameter:
Herzfrequenz und -rhythmus,
Angaben über die P-Welle, die PQ-Zeit, den QRS-Komplex, die QT-Zeit und die ST-Strecke.
Weiterhin gibt es eine Rubrik für eventuelle Besonderheiten, z.B. Extrasystolen.

Nachdem diese Werte für jedes Ekg spezifisch gemessen worden sind, werden in einer neuen Tabelle unter statistischen Gesichtspunkten folgende Werte von jedem Ekg zusammengestellt:
Maximale Frequenz, minimale Frequenz, die aus allen Messungen errechnete Durchschnittsfrequenz und ihre Standardabweichung,
die Dauer der P-Welle und deren Standardabweichung,
die Dauer der PQ-Zeit und deren Standardabweichung,
die Dauer des QRS-Komplexes und deren Standardabweichung,
die Dauer der QT-Zeit und deren Standardabweichung.
Weiterhin wurde der Korrelationskoeffizient aus der Durchschnittsfrequenz und der durchschnittlichen PQ-Zeit errechnet und notiert.
In einer letzten Rubrik wird die durchschnittliche Hebung und Senkung der ST-Strecke registriert.
Ein Vergleich ist möglich, weil vor der Aufnahme der jeweiligen Ekg-Bänder eine Eichung (1 mV) vorgenommen wurde. Bei der Kontrolle auf dem Sichtschirm werden die Amplituden der Ekg's jeweils so eingestellt, daß die Eichzacken identisch sind. Somit kann ein direkter Vergleich der Hebung oder Senkung der ST-Strecke vorgenommen werden.

Die statistischen Meßwerte habe ich teilweise bis auf die 6. Stelle hinter dem Komma berechnet. In dem Abschnitt "Ergebnisse" (3.) werde ich jeweils angeben, an welcher Stelle ich einen Wert auf- oder abgerundet habe.

Die statistischen Werte sind prinzipiell auf folgende Weise gewonnen worden:

Bei jedem Meßprotokoll (siehe Anhang 6.3) wurden aus den notierten Werten die entsprechenden Mittelwerte mit den jeweiligen Standardabweichungen gebildet; diese sind in den tabellarischen Meßergebnissen festgehalten (siehe Anhang 6.5). Aus den dort registrierten Werten wurden wiederum die Mittelwerte mit den jeweiligen Standardabweichungen gebildet. Diese Ergebnisse werden in den folgenden Abschnitten angegeben und diskutiert.

Für die Rechnungen ist der Rechner Hewlett-Packard HP-32E benutzt worden.

Auf eine isolierte Auswertung der P-, Q-, R- und S-Amplitude habe ich bewußt verzichtet, da die Ableitungspunkte bei dieser Ekg-Auswertung nicht so streng standardisiert werden konnten, wie es für diese Art Untersuchungen absolut notwendig gewesen wäre (z.B. zur Diagnostik einer pathologischen Hypertrophie, qR-Form bei Rechtshypertrophie).

3. Ergebnisse

3.1 Aussagen über die Frequenz

Zunächst habe ich von jedem einzelnen Neugeborenen aus allen Frequenzwerten (im Durchschnitt 24) den spezifischen Durchschnittswert gebildet, danach aus allen Durchschnittswerten den Gesamtdurchschnitt. Außerdem habe ich anfangs eine Trennung nach dem Geschlecht vorgenommen und die Durchschnittswerte für Jungen und Mädchen getrennt errechnet. Da sich hierbei eine wirkliche Signifikanz der Werte jedoch nicht nachweisen ließ, habe ich die Berechnung in dieser Richtung bald wieder aufgegeben (siehe auch 3.3.1).
Weiterhin habe ich bei jedem Neugeborenen die im gesamten Beobachtungszeitraum auftauchende Maximal- und Minimalfrequenz registriert und auch aus diesen Werten den Gesamtdurchschnitt gebildet. Bei allen Berechnungen ist die Standardabweichung angegeben.

3.1.1 Meßwerte

Fallzahl	Frequenz (F)	Standard-abweichung
50 (♂/♀)	136,25	14,61
25 (♂)	136,87	15,81
25 (♀)	136,55	13,35

Tab. 4 a

	Frequenz (F max)	
50 (♂/♀)	178,66	23,19
25 (♂)	179,84	27,02
25 (♀)	177,48	20,21

Tab. 4 b

	Frequenz (F min)	
50 (♂/♀)	104,96	16,36
25 (♂)	101,2	17,31
25 (♀)	108,72	14,91

Tab. 4c

Die Tabellen 4 a-c geben die Gesamtdurchschnittsfrequenz, die maximale Durchschnittsfrequenz und die minimale Durchschnittsfrequenz an. Die Werte ergeben sich aus 50 (♂/♀) oder aus 25 (♂), (♀) Durchschnittswerten. Die 2. Stelle hinter dem Komma ist jeweils auf- oder abgerundet.

3.2 Die Frequenzen in Abhängigkeit vom Lebensalter

Im weiteren Verlauf wurden die Durchschnittsfrequenzen in Abhängigkeit vom Lebensalter gemessen. Dabei habe ich folgende Altersgrenzen gezogen: Alter 1-2 Tage, Alter 3-7 Tage, Alter 8-14 Tage und Alter 15-22 Tage. Ebenso wurden die Berechnungen für den Gesamtdurchschnitt der maximalen und minimalen Frequenz aufgeschlüsselt. Auch diese Ergebnisse sind noch geschlechtsspezifisch aufgeführt.

3.2.1 Meßwerte

Fallzahl	Alter (Tage)	Frequenz (F)	Standardabweichung
8	1 - 2	126,34	10,82
19	3 - 7	134,42	14,05
15	8 - 14	139,38	11,34
8	15 - 22	145,7	18,65

Tab. 5 a: (♂/♀)

5	1 - 2	132,03	6,26
10	3 - 7	132,35	16,87
5	8 - 14	137,57	8,53
5	15 - 22	155,44	20,67

Tab. 5 b: (♂)

3	1 - 2	116,85	10,15
9	3 - 7	136,73	9,46
10	8 - 14	140,29	12,41
3	15 - 22	143,22	10,9

Tab. 5 c: (♀)

Die Tabellen 5 a-c geben die Gesamtdurchschnittsfrequenz in Abhängigkeit vom Alter an. Auch hier habe ich eine geschlechtsspezifische Aufschlüsselung vorgenommen. Die Auf- bzw. Abrundung erfolgte wieder in der 2. Stelle hinter dem Komma.

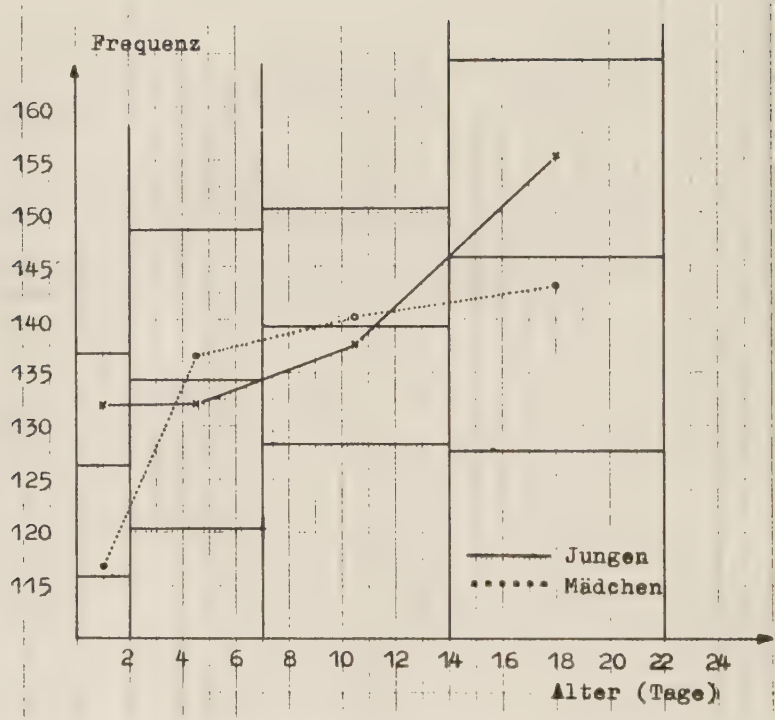


Abb. 5: Graphische Angabe der Durchschnittsfrequenz in den verschiedenen Altersgruppen mit Angabe der Grenzen der Standardabweichung nach oben und unten, graphischer Verlauf der Durchschnittsfrequenzen bei Jungen (———) und Mädchen (.....) in den verschiedenen Altersgruppen.

3.2.2 Die maximalen und minimalen Frequenzen in Abhängigkeit vom Alter und vom Geschlecht

Analog der Aufschlüsselung aus Abschnitt 3.2.1 sind die folgenden Tabellen. Sie geben die maximalen und minimalen Durchschnittsfrequenzen wieder; außerdem sind sie alters- und geschlechtsspezifisch.

3.2.3 Meßwerte

Fallzahl	Alter (Tage)	Frequenz (F max)	Standard-abweichung
8	1 - 2	158,25	15,98
19	3 - 7	173,16	22,46
15	8 - 14	181,8	18,76
8	15 - 22	206,25	13,81

Tab. 6 a (♂/♀)

5	1 - 2	163,4	16,86
10	3 - 7	171,2	24,39
5	8 - 14	182,6	22,88
5	15 - 22	212	12,08

Tab. 6 b (♂)

3	1 - 2	149,67	9,53
9	3 - 7	176,13	19,22
10	8 - 14	181,4	16,3
3	15 - 22	196,66	10,87

Tab. 6 c (♀)

Es folgen die entsprechenden Aufstellungen für die minimalen Durchschnittsfrequenzen (F min):

8	1 - 2	100,13	20,31
19	3 - 7	102,47	13,79
15	8 - 14	105,87	18,48
8	15 - 22	114,01	9,96

Tab. 7 a (♂/♀)

5	1 - 2	96,07	23,95
10	3 - 7	101,8	17,03
5	8 - 14	96	12,28
5	15 - 22	110,4	7,36

Tab. 7 b (♂)

3	1 - 2	107	8,29
9	3 - 7	103,22	8,83
10	8 - 14	110,8	19,08
3	15 - 22	120	10,8

Tab. 7 c (♀)

Die Tabellen 6 a-c zeigen die altersabhängigen und geschlechtsspezifischen maximalen Durchschnittsfrequenzen, die Tabellen 7 a-c entsprechend die minimalen.

3.3 Die Betrachtung der Frequenz zu einem bestimmten Zeitpunkt

3.3.1 Voraussetzungen für 3.3

Um einigermaßen vergleichbare Werte für eine derartige Betrachtung erlangen zu können, mußte ich einen Zeitpunkt finden, an dem auf der Station etwa übereinstimmende Voraussetzungen vorhanden waren. So mußten Röntgenuntersuchungen, Ekg, Blutentnahme, allgemeine Untersuchungen, Stillen, Wickeln etc. mindestens so lange zurückliegen, daß sie keinen Einfluß mehr auf das Ekg ausüben konnten. Somit kam als Tageszeit für diese Betrachtung eigentlich nur die Zeit um 14.00 Uhr in Betracht, da später die Besuchszeit einsetzte, die wiederum die Gefahr einer "Verfälschung" des Ekg's mit sich gebracht hätte. Als nächtlichen Vergleichswert habe ich die Zeit um 2.00 Uhr gewählt. Zu diesen beiden festen vorgegebenen Zeiten wurde dann ein Ekg ausgewertet. Dabei setzte sich der Tageswert aus 35 Auswertungen zusammen, der Nachtwert aus 15 Messungen. Eine Unterscheidung zwischen Geschlecht und Alter habe ich bei dieser Betrachtung nicht gemacht.
Zwischen dem Tageswert und dem Nachtwert der Durchschnittsfrequenz besteht ein signifikanter Unterschied ($p < 1\%$). Bei den abschnittsweisen Ekg-Betrachtungen konnte bis auf die QT-Zeit kein signifikanter Unterschied nachgeweisen werden ($p > 5\%$); bei den QT-Zeiten lag die Signifikanz bei etwa $p \sim 2\%$ (Walter, 28 und Documenta Geigy, 9).

3.3.2 Meßwerte

Fallzahl 35	Tageswert	Standard-abweichung
Durchschnittsfrequenz	138,06	27,74
Max. Frequenz	225	
Min. Frequenz	93	

Tab. 8 a

Fallzahl 15	Nachtwert	Standard-abweichung
Durchschnittsfrequenz	125,00	13,24
Max. Frequenz	154	
Min. Frequenz	103	

Tab. 8 b

Die Tabellen 8 a und b geben die Durchschnittsfrequenz, die maximale und die minimale Frequenz zu einem festen Zeitpunkt an (Tabelle 8a: 14.00 Uhr, Tabelle 8b: 2.00 Uhr).

3.4 Die spezifische Ekg-Auswertung

Wie schon eingangs erwähnt, habe ich von jedem der 50 Neugeborenen bei einem zehnstündigen Ekg alle 30 Minuten einen Auszug geschrieben und zusätzlich alle auffälligen Ekg-Passagen dokumentiert, so daß ich insgesamt ca. 1.200 Ekg-Auszüge auswerten konnte. Der Papiervorschub betrug 50 mm/sec; das Ekg konnte also mit jedem gängigen Ekg-Meßlineal untersucht werden.

Eine Differenzierung zwischen Jungen und Mädchen habe ich in den folgenden Messungen zwar noch vorgenommen, signifikante Unterschiede ließen sich hier jedoch nicht nachweisen ($p > 5\%$, Walter, 29 und Documenta Geigy, 9). Der Form halber habe ich die Werte allerdings bei den einzelnen Abschnitten erwähnt.

Weiterhin habe ich die einzelnen Ekg-Abschnitte altersabhängig aufgeschlüsselt (Alter von 1-2 Tagen, von 3-7 Tagen, von 8-14 Tagen und von 15-22 Tagen).

Den Vergleich zwischen Tages- und Nachtwerten habe ich in diesem und auch im folgenden Abschnitt noch beibehalten, dann jedoch aufgegeben, da sich lediglich bei der durchschnittlichen Frequenz und bei den QT-Zeiten eine Signifikanz nachweisen ließ (siehe 3.3.1).

Besonders auffällige Werte sind dem zugehörigen Kapitel zugeordnet.

3.4.1 Die P-Welle

Bei der Auswertung der P-Welle ergaben sich folgende Werte:

Fallzahl	P-Welle	Standard-abweichung
50 (♂/♀)	0,0561	0,0061
25 (♂)	0,0567	0,0082
25 (♀)	0,0555	0,0066

Bei der altersabhängigen Aufschlüsselung ergaben sich folgende Werte:

Fallzahl	Alter (Tage)	P-Welle	Standard-abweichung
8	1 - 2	0,0565	0,0046
19	3 - 7	0,0579	0,0049
15	8 - 14	0,0547	0,0073
8	15 - 22	0,0541	0,0063

Tab. 9 b

Die Tabellen 9 a und b geben die Durchschnittswerte für P an (allgemein, für Jungen, für Mädchen: 9a) und den altersbedingten Durchschnitt für P (9b).

Bei den Messungen habe ich festgestellt, daß die P-Werte im allgemeinen recht eng zusammenlagen. Intraindividuelle Unterschiede gab es kaum, die Werte waren hierbei nahezu konstant. Die interindividuellen Unterschiede waren ebenfalls recht gering.

Die kürzeste Zeit für P war 0,042 sec. (L., weiblich, Ekg-Nr. 39, Alter: 18 Tage), die längste Zeit für P war 0,07 sec. (W., weiblich, Ekg-Nr. 9, Alter: 6 Tage) Bei beiden gab es intraindividuell keine großen Abweichungen, die Standardabweichung war 0 bzw. verschwindend gering.
Auch die P-Werte, die zu einem festen Zeitpunkt gemessen worden sind, weisen keine großen Differenzen auf.

Fallzahl	Uhrzeit	P-Welle	Standard-abweichung
35	14.00 Uhr	0,058	0,00573
15	2.00 Uhr	0,053	0,00817

Tab. 10: Angabe von P zu einem festen Zeitpunkt. Bei P ist die 3. Stelle, bei der Standardabweichung die 5. Stelle hinter dem Komma ab- bzw. aufgerundet.

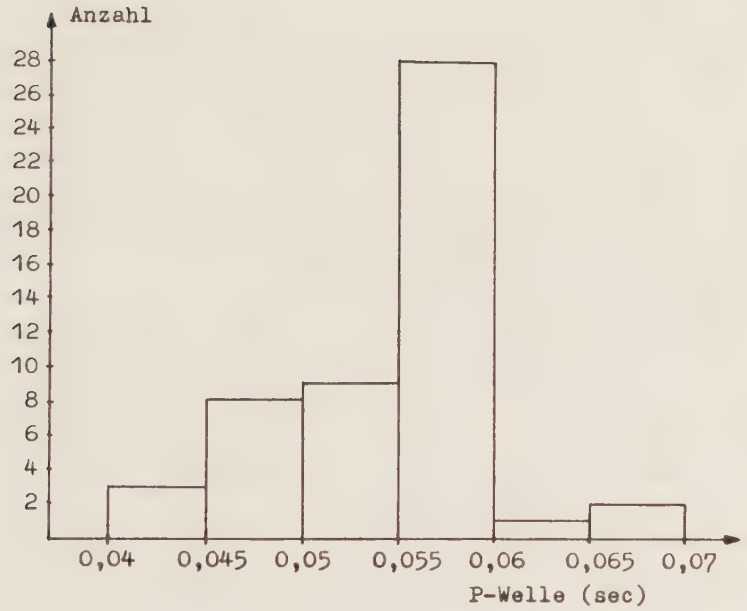


Abb. 6: Verteilung der Zeiten der P-Welle. Die Berechnung der Gauss'schen Normalverteilung ergibt, daß im Bereich von (x-s) bis (x+s) 88% aller Werte, im Bereich (x-2s) bis (x+2s) 100% aller Werte liegen (x = durchschnittliche P-Zeit, s = Standardabweichung)

3.4.2 Die PQ-Zeit

Natürlicherweise unterlag die PQ-Zeit größeren Schwankungen, da sie frequenzabhängig ist (zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten aus der Frequenz F und der PQ-Zeit siehe Abschnitt 3.4.6). So lag der größte durchschnittliche PQ-Wert bei 0,129 sec (S., weiblich, Ekg-Nr. 10, Alter: 12 Tage), teilweise wurden sogar Einzelwerte von 0,14 sec gemessen. Der niedrigste durchschnittliche PQ-Wert lag bei 0,08 sec. (K., männlich, Ekg-Nr. 44, Alter: 10 Tage). Hier ergaben sich zeitweise Einzelwerte von 0,07 sec. Als Durchschnitt aller PQ-Werte habe ich folgende Zeit errechnet:

Fallzahl	PQ-Zeit	Standardabweichung
50 (♂/♀)	0,1079	0,01
25 (♂)	0,1089	0,011
25 (♀)	0,1069	0,0089

Tab. 11: Angegeben ist der Durchschnitt aller PQ-Werte allgemein und geschlechtsspezifisch. Die 4. Stelle hinter dem Komma ist auf- bzw. abgerundet.

Fallzahl	Alter (Tage)	PQ-Zeit	Standardabweichung
8	1 - 2	0,1085	0,0051
19	3 - 7	0,1127	0,0094
15	8 - 14	0,1035	0,0115
8	15 - 22	0,1039	0,0063

Tab. 12: Angegeben ist die PQ-Zeit in Abhängigkeit vom Alter. Die 4. Stelle hinter dem Komma ist auf- bzw. abgerundet.

Ebenfalls keine großen Differenzen weisen die Messungen auf, die zu einem festen Zeitpunkt gemacht wurden:

Fallzahl	Uhrzeit	PQ-Zeit	Standardabweichung
35	14 Uhr	0,1088	0,0104
15	2 Uhr	0,102	0,0115

Tab. 13: Angegeben sind die PQ-Zeiten, gemessen an einem festen Zeitpunkt. Die 4. Stelle hinter dem Komma ist auf- bzw. abgerundet.

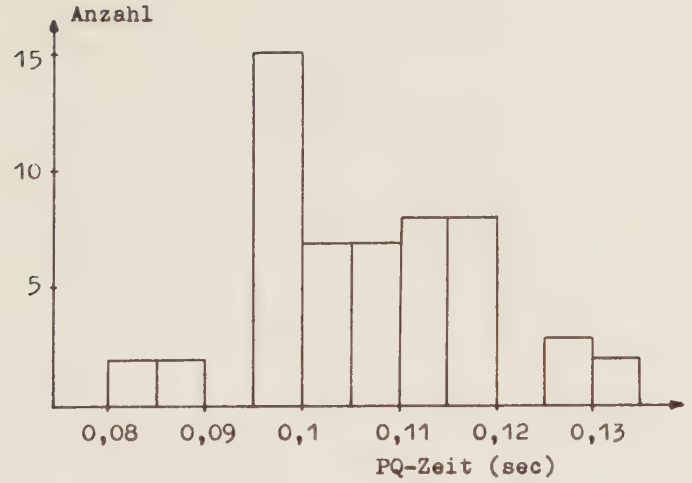


Abb. 7: Verteilung der PQ-Zeiten. Die Berechnung der Gauss'schen Normalverteilung ergibt, daß im Bereich von (x-s) bis (x+s) 64% aller Werte, im Bereich von (x-2s) bis (x+2s) 94% aller Werte liegen (x = durchschnittliche PQ-Zeit, s = Standardabweichung).

3.4.3 Der QRS-Komplex

Die Erregungsausbreitung in den Kammern war am wenigsten einer Veränderung unterworfen. Die intraindividuellen Schwankungen waren minimal; bei 48 der 50 Neugeborenen bzw. Säuglingen war der Wert konstant. Lediglich in 2 Fällen konnte ich intraindividuelle Schwankungen registrieren; sie waren allerdings verschwindend klein (Standardabweich. 0,0054).

Fallzahl	QRS-Komplex	Standardabweichung
50 (♂/♀)	0,0546	0,00612
25 (♂)	0,0548	0,00594
25 (♀)	0,0544	0,00641

Tab. 14: Angegeben sind die Durchschnittswerte für den QRS-Komplex allgemein und geschlechtsspezifisch. Die 4. bzw. 5. Stelle hinter dem Komma ist jeweils auf- bzw. abgerundet.

Fallzahl	Alter (Tage)	QRS-Komplex	Standardabweichung
8	1 - 2	0,0565	0,00756
19	3 - 7	0,0553	0,006
15	8 - 14	0,0518	0,0037
8	15 - 22	0,0563	0,007

Tab. 15: Angegeben ist die Zeit des QRS-Komplexes in Abhängigkeit vom Alter. Die 4. bzw. 5. Stelle hinter dem Komma ist jeweils abgerundet.

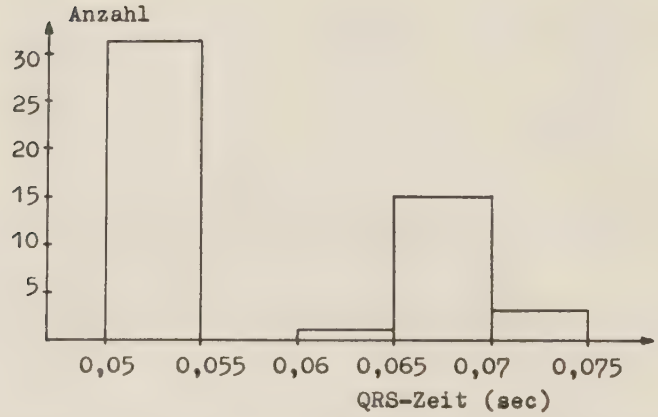


Abb. 8: Verteilung der QRS-Zeiten. Die Berechnung der Gauss'schen Normalverteilung ergibt, daß im Bereich von (x-s) bis (x+s) 94% aller Werte, im Bereich von (x-2s) bis (x+2s) 100% aller Werte liegen (x=durchschnittliche QRS-Zeit, s = Standardabweichung).

Die Unterschiede zwischen den Tages- und Nachtwerten sind ebenfalls recht gering:

Fallzahl	Uhrzeit	QRS-Komplex	Standardabweichung
35	14 Uhr	0,0554	0,00657
15	2 Uhr	0,0513	0,00352

Tab. 16: Angegeben sind die Durchschnittswerte für den QRS-Komplex zu einem festen Zeitpunkt. Die 4. bzw. 5 Stelle hinter dem Komma ist jeweils auf- bzw. abgerundet.

3.4.4 Die QT-Zeit

Die QT-Zeit bereitet insofern Schwierigkeiten, als sie frequenzabhängig ist. Die üblichen Tabellen reichen hier nicht aus, da sie sich nicht über den gesamten Frequenzbereich erstrecken, den ich registriert habe (QT-Zeit nach Hecht, H. und Korth, C., entnommen aus Gutheil, Kinder-Ekg-Fibel, 11). Für die Ermittlung der Repolarisationsdauer und ihrer Grenzwerte bieten sich verschiedene Formeln an, die teilweise komplizierte, für den täglichen Gebrauch nicht zumutbare Berechnungen erfordern (Dressler, 8). Ich habe für diese Arbeit die Bazett'sche Formel QT = K x RR benutzt, wobei ich für K den Koeffizienten von Hegglin-Holzmann eingesetzt habe, der auch für höhere Frequenzen relativ genau ist (K = 0,39).
Eine Berechnung sämtlicher QT-Zeiten nach dieser Formel, die sich für die Klinik als brauchbar erwiesen hat, ist im Anhang (siehe 6.6).

Fallzahl	QT-Zeit korrigiert	Standardabweichung
50 (♂/♀)	0,2626	0,0144
25 (♂)	0,264	0,01592
25 (♀)	0,2621	0,01147

Tab. 17: Angegeben ist der Durchschnittswert aller QT-Zeiten, allgemein und geschlechtsspezifisch, korrigiert nach Bazett und Hegglin-Holzmann. Die 4. bzw. 5. Stelle hinter dem Komma ist auf- bzw. abgerundet.

Fallzahl	Alter (Tage)	QT-Zeit	Standardabweichung
8	1 - 2	0,2683	0,01592
19	3 - 7	0,2658	0,01412
15	8 - 14	0,2621	0,01136
8	15 - 22	0,253	0,0099

Tab. 18: Angegeben sind die QT-Zeiten in Abhängigkeit vom Alter. Die 4. bzw. 5. Stelle hinter dem Komma ist auf- bzw. abgerundet.

Uhrzeit	Fallzahl	QT-Zeit	Standardabweichung
14 Uhr	35	0,2605	0,002238
2 Uhr	15	0,2701	0,00144

Tab. 19: Angegeben sind die Durchschnittswerte für die QT-Zeiten zu einem festen Zeitpunkt. Die 4. bzw. 5. Stelle hinter dem Komma ist jeweils auf- bzw. abgerundet.

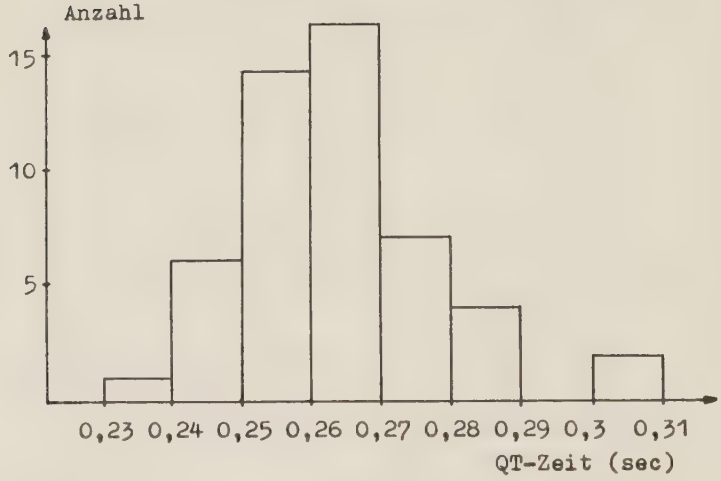


Abb. 9: Verteilung der QT-Zeit. Die Berechnung der Gauss'schen Normalverteilung ergibt, daß im Bereich von (x-s) bis (x+s) 76% aller Werte, im Bereich von (x-2s) bis (x+2s) 94% aller Werte liegen (x = durchschnittliche QT-Zeit, s = Standardabweichung).

3.4.5 Die ST-Strecke

Da zu Beginn der Registrierung jedes Aufnahmeband mit einer Eichzacke von 1 mV versehen worden ist, und da ich bei der Kontrolle aller Ekg's entsprechend dieser Eckzacke angeglichen habe, ist ein direkter Vergleich der Hebung bzw. Senkung der verschiedenen Ekg's im ST-Bereich möglich. Die Hebung bzw. Senkung im ST-Bereich habe ich in Millimeter (mm) angegeben. Bei der Registrierung entspricht 1 mV einheitlich in allen Ekg's 17 mm, d.h. 1 mm entspricht 0,0588 mV.

Eine ST-Senkung war in meinen Aufzeichnungen sehr selten. Insgesamt gab es nur 3 Fälle von einer negativen ST-Strecke. Eine Beziehung zu anderen Faktoren konnte nicht nachgewiesen werden. Auffälligkeiten in der Krankengeschichte gab es nicht. Auch die Schwangerschaft war ohne pathologischen Befund. Die durchschnittlichen Senkungen bewegten sich im Bereich zwischen 2,13 und 0,15 mm (0,1251 und 0,0088 mV).

Bei 6 Neugeborenen lag der Wert für die ST-Strecke bei $\pm$ 0, die anderen Werte lagen alle im positiven Bereich.

Beim Verhalten der Hebung/Senkung der ST-Strecke ist an sich ein weiteres Spektrum zu erwarten, da der Wert lageabhängig ist, jedoch wurden für den Zeitraum der Ekg-Registrierung die Neugeborenen nach irgendwelchen Störungen (Stillen, Wickeln etc.) in ihre ursprüngliche Lage - zumeist Rückenlage - gebracht.

Fallzahl	ST-Strecke		Standardabweichung	
	mm	mV	mm	mV
50 (♂/♀)	1,487	0,0874	1,787	0,1051
25 (♂)	1,7244	0,1014	1,2093	0,0711
25 (♀)	1,2496	0,0735	1,0972	0,0645

Tab. 20: Angegeben ist die durchschnittliche Hebung bzw. Senkung der ST-Strecke, allgemein und geschlechtsspezifisch. Die 4. Stelle hinter dem Komma ist jeweils auf- bzw. abgerundet.

Fallzahl	Alter (Tage)	ST-Strecke		Standardabweichung	
		mm	mV	mm	mV
8	1- 2	1,4088	0,00837	1,0855	0,0638
19	3- 7	1,1875	0,0698	1,0645	0,0626
15	8-14	1,5567	0,0915	1,3176	0,0775
8	15-22	2,0625	0,1214	0,9955	0,0585

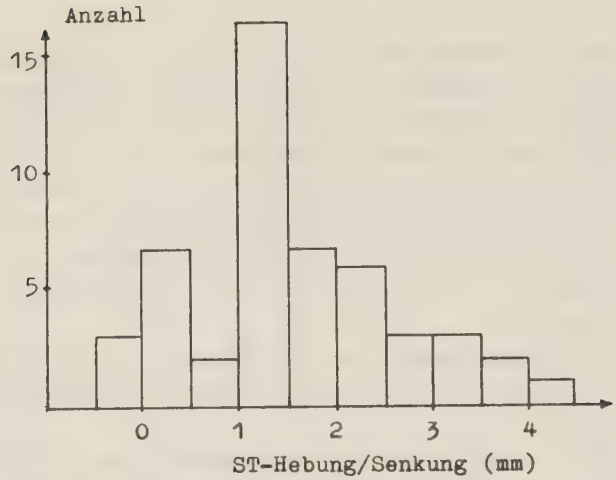


Abb. 10: Verteilung der Hebung bzw. Senkung der ST-Strecke. Die Berechnung der Gauß'schen Normalverteilung ergibt, daß im Bereich von (x-s) bis (x+s) 64% aller Werte, im Bereich von (x-2s) bis (x+2s) 94% aller Werte liegen (x = durchschnittliche ST-Hebung, s = Standardabweichung).

3.4.6 Der Korrelationskoeffizient aus der Frequenz (F) und der PQ-Zeit

Da die PQ-Zeit abhängig ist von der Frequenz, habe ich aus diesen beiden Werten den Korrelationskoeffizienten errechnet. Der Bereich bei den intraindividuellen Messungen erstreckt sich von -0,8398 bis +1, wobei die Werte überwiegend im negativen Bereich liegen. Insgesamt kamen nur 6 positive Werte vor.

Fallzahl	Korrel.Koeff.	Standardabweichung
50 (♂/♀)	- 0,3859	0,3907
25 (♂)	- 0,369	0,3631
25 (♀)	- 0,3951	0,4218

Tab. 22: Angegeben ist der Durchschnitt aller Korrelationskoeffizienten allgemein und geschlechtsspezifisch. Die 4. Stelle hinter dem Komma ist jeweils auf- bzw. abgerundet

Fallzahl	Alter (Tage)	Korrel.Koeff.	Standardabweichung
8	1- 2	-0,3365	0,1922
19	3- 7	-0,2985	0,4625
15	8- 14	-0,2561	0,4661
8	15- 22	-0,6855	0,1215

Tab. 23: Angegeben sind die Korrelationskoeffizienten in Abhängigkeit vom Alter. Die 4. Stelle hinter dem Komma ist jeweils auf- bzw. abgerundet.

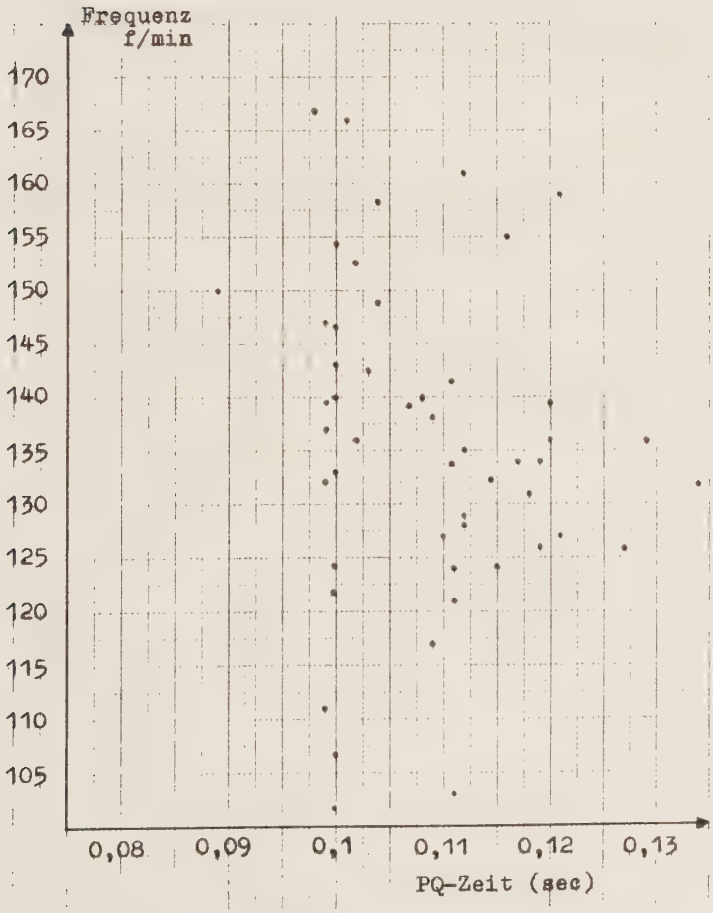


Abb. 11: Punktewolke aus der durchschnittlichen Frequenz und der PQ-Zeit; der dieser Wolke zugehörige Korrelationskoeffizient hat die Steigung r = -0,2686.

Die Diskrepanz zwischen dem in Tabelle 22 angegebenen Korrelationskoeffizienten -0,3826 und dem Wert aus Abbildung 11 von 0,2686 resultiert daher, daß sich der Tabellenwert aus allen Durchschnittswerten der errechneten Korrelationskoeffizienten ergibt, während in die Abbildung 11 noch die durchschnittlichen PQ-Zeiten mit eingehen.

Auf jeden Fall scheint beim Neugeborenen zwischen der Frequenz und der PQ-Zeit keine Korrelation zu bestehen.

3.4.7 Extrasystolen

Die letzte Untersuchung am Ekg ist den Extrasystolen zugedacht. Insgesamt habe ich nur bei 4 Fällen Extrasystolen beobachten können, davon bei 2 jeweils nur eine einzige. Auch in den anderen beiden Fällen kamen Extrasystolen nur vereinzelt vor, aber im Beobachtungszeitraum mehr als eine. Die Anzahl entspricht einer Beteiligung von 8%. Die folgende Tabelle soll die Einzelheiten genauer veranschaulichen:

Ekg-Nr.	Frequenz	Krankheit	ES
19 ♂	97/min	intraut. Asphyxie	sup
23 ♂	98/min	Luespräventivkur	ven
31 ♀	155/min	Verdacht ANS	ven
43 ♀	102/min	Klumpfuß	sup

Tab. 24: Angegeben sind die Neugeborenen, bei denen unter Angabe der Frequenz Extrasystolen aufgetreten sind (sup: supraventrikuläre ES, ven: ventrikuläre ES).

Bei den registrierten Extrasystolen handelt es sich um ventrikuläre und supraventrikuläre Extrasystolen. Leider konnte lediglich die ventrikuläre Extrasystole in Ekg-Nr. 43 zur Darstellung gebracht werden; die anderen Ekg-Auszüge waren qualitativ zu minderwertig (siehe Anhang 6.2).

4. Diskussion

4.1 Vorbetrachtungen zur Diskussion

In der Literatur gibt es viele Autoren, die sich sehr ausführlich mit dem Ekg des Erwachsenen befassen; gemessen daran ist die Zahl der Autoren der Kardiologie des Kindes überschaubar klein. Verschwindend gering ist die Zahl der Autoren, die sich mit der Langzeitbetrachtung des Ekg's bei Neugeborenen und Säuglingen beschäftigen. Datey und Barucha (5) haben zwar über mehrere Tage täglich ein Ekg geschrieben, aber eine wirkliche Langzeitüberwachung ist in ihren Untersuchungen nicht durchgeführt worden. Der Beginn einer derartigen Überwachung lag etwa zwischen 1960 und 1970 (Diekmann, 7, Michaelsson, 16, Morgan, 18, Välimäki, 27), wobei die Überwachungszeiten zwischen 10 Minuten (Michaelsson, 16) und 5 Stunden (Morgan, 18) lagen. Erst seit wenigen Jahren ist die Technik derart ausgereift, daß kontinuierliche Ekg-Verläufe über 24 Stunden und mehr möglich sind (Montague, 17 und Southhall, 24).

In der weiteren Diskussion werde ich die Autoren, die ihre Ergebnisse durch Langzeitüberwachungen erhalten haben, durch LZ (Langzeit) kennzeichnen.

Schon Nadrai (19) hat festgestellt, daß Ekg-Aufzeichnungen im Säuglingsalter nur eingeschränkt brauchbar sind, besonders wegen einer fehlenden Einteilung in einzelne Altersgruppen. So haben Hafkespring, Drawe, Ashmann (11) ihre Werte zwar aus einem großen Material (von einigen Wochen bis 12 Jahren) bestimmt, eine Alterseinteilung jedoch nicht vorgenommen. Die richtige Alterseinteilung ist schwierig; versucht haben sich daran Burnett und Taylor (4) - allerdings stammen die Ergebnisse aus dem Jahre 1937. Die Untersuchungen von Hafkespring und Mitarbeitern (11) sind ebenfalls aus dieser Zeit. Neuere Ergebnisse haben Stoermer und Heck in ihrem "Pädiatrischen Ekg-Atlas" vorgelegt

4.2 Herzrhythmus und Herzfrequenz

4.2.1 Herzrhythmus

In allen meinen Auswertungen habe ich nur und ausschließlich einen Sinusrhythmus vorgefunden. Sowohl bei der größten Tachykardie (F: 222/min), als auch bei der äußersten Bradykardie (F: 71/min) lag ein echter Sinusrhythmus vor. Dabei darf man allerdings nicht vergessen, daß es sich bei mir nur um herzgesunde Neugeborene bzw. Säuglinge handelt. So fand Diekmann (7), LZ, wesentlich mehr Herzrhythmusstörungen in seinen Untersuchungen; bei seinen 70 Neugeborenen handelt es sich bei 64 um Frühgeborene, von denen 7,4% einen sinu-atrialen Block, 17,3% einen atrio-ventriculären Block, 16,1% einen Ersatzrhythmus und 8,6% Extrasystolen hatten. Die von Diekmann (7), LZ, untersuchten Kinder waren 1 bis 10 Tage alt; sie waren allerdings alle pulmonal vorgeschädigt, was als Ursache für die auffälligen Ekg-Aufzeichnungen angesehen werden kann. Auch Välimäki (27), LZ, erwähnt die von Diekmann beobachteten Phänomene, weist aber ebenso darauf hin, daß sie überwiegend bei Frühgeborenen oder Neugeborenen mit Atemstörungen vorzufinden sind. Morgan und Mitarbeiter (18), LZ, kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Bei ihnen haben von 20 Kindern 5 ein ektopes Reizzentrum, eines hat einen AV-Block 1. Grades, der allerdings nach 24 Stunden ohne Behandlung wieder verschwindet. Auch hier muß aber darauf hingewiesen werden, daß es sich teilweise um untergewichtige Neugeborene bzw. Frühgeborene handelt, deren Gewicht manchmal unter 1.000 g lag. Auch Bucci und Mitarbeiter (3) finden pathologische Ekg's, aber ihre Untersuchungen beschränken sich auf untergewichtige Neugeborene (750 - 1.250 g). Als eine zusätzliche Komplikation war ein nicht der Norm entsprechender Serum-Kalzium-Wert vorhanden.

Unter ähnlichen Bedingungen wie bei mir machten Datey und Bharucha (5) ihre Untersuchungen. Sie wählten ebenfalls nur gesunde reife Neugeborene aus und fertigten in verschiedenen Abständen ein Ekg an. Auch Montague (17), LZ, hat Ergebnisse beschrieben, die denen dieser Arbeit fast identisch sind. Die im Durchschnitt 3,5 Tage alten Neugeborenen haben alle einen Sinusrhythmus, wovon 17,24% der Neugeborenen eine geringgradige Sinusarrhythmie aufweisen. Diese Werte decken sich mit denen von Southhall (24), LZ, aus dem Jahre 1980. Danach haben bei ihnen 15,9% der untersuchten Kinder eine Sinusarrhythmie, wobei allerdings nichts über die Form der Arrhythmie gesagt wird. Möglicherweise handelt es sich um eine respiratorische Arrhythmie (Börger, 1). Michaelsson (16), LZ, hat in seinen Untersuchungen an insgesamt 56 gesunden reifen Neugeborenen festgestellt, daß auffällige Ereignisse wie absolute Arrhythmie, Sinusblock, atriale und ventrikuläre Ektopien nur sehr selten auftreten. Auch Bourgeois und Mitarbeiter (2) kommen in bezug auf rhythmische Auffälligkeiten zu diesen Ergebnissen.

4.2.2 Sinustachykardie/Sinusbradykardie

In das Kapitel "Herzrhythmus" gehören auch die Abschnitte Sinustachykardie und Sinusbradykardie, die ich im Abschnitt 4.2.1 bewußt nicht angesprochen habe, weil ich hier noch einmal gesondert darauf eingehen will. Bei allen Autoren kommen Sinus-Tachykardien und -bradykardien vor, die Prozentzahlen schwanken erheblich, weil die Grenzen individuell unterschiedlich sind. So würde ich anhand meiner Untersuchungen eine Frequenz über 180/min als Tachykardie, eine Frequenz unter 90/min als Bradykardie bezeichnen. Bei Diekmann (7), LZ, liegt die Grenze für Tachykardie schon bei 170/min. Allerdings hat Diekmann auch nur Frequenzspitzen von 200/min aufgestellt, während die Maximalfrequenz dieser Studie bei 222/min liegt.

Välimäki (26) gibt zwar Grenzen an für Tachykardie und Bradykardie (170/min und 90/min), macht aber leider keine Prozentangabe über die Häufigkeit des Vorkommens. Immerhin erwähnt er bei normalgewichtigen, reifen Neugeborenen Frequenzmaxima von 260/min. Southhall (24), LZ, gibt Werte von bis zu 225 Schlägen pro Minute an, Montague (17), LZ, liegt nur geringfügig darunter (222 Schläge pro Minute). Die Frequenzminima liegen bei beiden Autoren bei 85 Schlägen pro Minute (Southhall, 24) LZ, und 78 Schlägen pro Minute (Montague, 17), LZ. Morgan (18), LZ, hat bei seinen Untersuchungen festgestellt, daß von 20 Neugeborenen 8 eine Sinusbradykardie zeigten, das entspricht 40%.

Nach den Untersuchungen dieser Studie kommen Sinustachykardien bei Neugeborenen sehr häufig vor. Bei den oben erwähnten Grenzwerten haben 50% der von mir untersuchten Kinder eine Tachykardie, und immerhin weisen 28% der Neugeborenen Frequenzspitzen von über 200/min auf, ohne daß sich in der Krankengeschichte ein pathologisches, die Frequenz beeinträchtigendes Geschehen abgespielt hätte. Ebenso treten in dieser Altersgruppe Sinusbradykardien relativ häufig auf. In dieser Arbeit hatten 22% der untersuchten Kinder eine Bradykardie (F unter 90/min). Die niedrigsten Frequenzen lagen bei 71/min. Zu einem Abfall der Frequenz unter diesen Wert ist es nie gekommen. Abschließend kann man zu diesem Thema sagen, daß kurzfristige Tachykardien sicher keinen Anlaß zu intensiver Diagnostik und Suche nach der Ursache bieten; sollten allerdings Tachykardien Stunden oder gar Tage dauern, ist unbedingt nach dem Grund zu suchen, um gravierende, behandlungsbedürftige Erkrankungen (z.B. Herzmißbildungen, Infektionen, hormonelle Störungen) erkennen und therapieren zu können. Allerdings muß man auch damit rechnen, daß die Tachykardie genauso abrupt endet, wie sie unter Umständen begonnen hat, ohne daß eine Pathologie nachweisbar gewesen wäre.

Die Abwägung der Schwere einer Bradykardie und die daraus resultierende Notwendigkeit einer Behandlung ist ebenso schwierig, zumal die Gefahr einer Extrasystolie mit Andauern der Bradykardie zunimmt. Die von mir registrierten Bradykardien waren sämtlich von kurzer Dauer und bedurften keiner Therapie. Kurzfristige Bradykardien sind meiner Ansicht nach im Sinne einer passageren Vagotonie zu bewerten und ohne größere Bedeutung. Längeres und gehäuftes Auftreten bedarf einer genaueren Untersuchung.

4.2.3 Herzfrequenz

In der gängigen Literatur wird die Durchschnittsfrequenz eines Neugeborenen mit 125 Schlägen pro Minute angegeben (Gutheil, 10, Liebmann, 14). Hinsichtlich des Durchschnittswerts bestehen von Autor zu Autor geringe Unterschiede. Linneweh (15) gibt als Durchschnittswert 120/min an. Diekmann (7) LZ, hat bei seinen Untersuchungen eine durchschnittliche Frequenz von 130/min festgestellt, allerdings basierte diese Untersuchung nur auf 6 reifen Neugeborenen. Bei Frühgeborenen lag die durchschnittliche Frequenz um 10 Schläge höher und damit bei 140/min. Välimäki (26), LZ, hat als Durchschnittsfrequenz bei Neugeborenen Werte zwischen 120 und 130/min registriert. Datey und Bharucha (5) haben als Werte für den einen Tag alten Neugeborenen eine Durchschnittsfrequenz von 131/min, für den 5 bis 7 Tage alten Neugeborenen einen Wert von 138 Schlägen pro Minute angegeben. Bei Walsh (30) liegt der Durchschnittswert für den einen Tag alten Neugeborenen deutlich höher, nämlich bei 150 Schlägen pro Minute. Außerdem hat er entsprechend dem Kindesalter die Frequenzen etwas genauer aufgeschlüsselt. Am ersten Tag registrierte er Frequenzen von 115 bis 220 Schlägen pro Minute (Durchschnitt: 150/min), am zweiten Tag 120 bis 195 (Durchschnitt: 155/min), am dritten Tag 105 bis 190 (Durchschnitt: 152/min) und [illegible]ften bis sechsten Tag 115 bis 210 Schl[illegible]

Hastreiter (12) hat ähnliche Ergebnisse erzielt: am ersten Tag notierte er im Durchschnitt 113 Schläge pro Minute, am zweiten bis siebten Tag 133 und am siebten bis dreißigsten Tag 163 Schläge pro Minute. Bourgeois (2) hat zwar für die postpartale Phase keine Werte, er befaßte sich mit der Altersgruppe der 7 bis 30 Tage alten Säuglinge und hat hier einen Durchschnittswert von 150/min angegeben.

Montague (17) hat als Durchschnittswert für die Frequenz 130 ± 10 Schläge pro Minute publiziert. Zusätzlich hat er auch Tages- und Nachtwerte beschrieben (Durchschnitt am Tage bzw. in wachem Zustand 145 ± 15 Schläge, in der Nacht bzw. in schlafendem Zustand 123 ± 12 Schläge pro Minute). Zum Vergleich noch einmal die Werte dieser Arbeit:

Durchschnittsfrequenz
um 14 Uhr 138,06 ± 27,74 Schläge pro Minute
um 2 Uhr 128 ± 13,24 Schläge pro Minute.

Sowohl allgemein, als auch zu Tages- und Nachtzeiten liegen meine Untersuchungsergebnisse in dem Bereich, den auch die oben erwähnten Autoren angeben. So beträgt der Gesamtdurchschnitt der Herzfrequenz aller 50 Neugeborenen 136/min. Die Durchschnittsfrequenz eines 1 bis 2 Tage alten Neugeborenen liegt bei 126/min, während sie in den darauffolgenden Wochen kontinuierlich um etwa 8 bis 10 Schläge/min pro Woche ansteigt.

Zusammenfassend kann man über die Durchschnittsfrequenz sagen, daß sie bei einem gesunden reifen Neugeborenen in der ersten Woche bei etwa 125 bis 130 Schlägen pro Minute liegen sollte. Bei einem etwa 1 Woche alten Säugling um 145 Schläge pro Minute.

Bezüglich des Geschlechts kann man aufgrund meiner Untersuchung keine Aussagen machen. Ein signifikanter Unterschied ist nicht vorhanden. Dieser besteht allerdings, wenn man die täglichen und nächtlichen Messungen vergleicht (3.3.1). Das Ergebnis ist im Rahmen der tageszeitlichen Schwankungen von Sympathiko- und Vagotonus nicht verwunderlich.

4.3 Morphologische Ekg-Interpretation

4.3.1 Die P-Welle

Die P-Zacke, entsprechend der Ausbreitung der vom Sinusknoten stammenden Erregungswelle in den Vorhöfen, steht unberechtigterweise häufig im Schatten des eindrucksvollen QRS-Komplexes (Börger, 1). Eine intensivere Beschäftigung mit der P-Zacke ist auch in der letzten Zeit deutlich zu vermerken. Bourgeois (2) hat Untersuchungen bei 7 bis 30 Tage und 2 bis 3 Monate alten Säuglingen angestellt. Wie in dieser Arbeit ist auch in seinen Studien ausnahmslos eine positive Amplitude in der zweiten Ableitung zu verzeichnen. Die P-Dauer betrug bei ihm im Mittel 0,052 sec. Walsh (29) gibt bei seinen Werten, gemessen im Alter von 1 Tag, eine P-Dauer von 0,059 bis 0,068 sec an. Dabei stellt er fest, daß sich nach einigen Tagen die P-Dauer zu verkürzen scheint auf 0,049 - 0,051 sec im Mittel. Als Extremwerte registriert er ein P von 0,025 und eines von 0,1 sec.

Hiermit übertrifft Walsh Ziegler (32), der 1951 ein durchschnittliches P von 0,054 sec angab, ebenfalls bei gesunden reifen Neugeborenen bis zum Alter von 1 Woche.

Auch Sodi-Pallares (23) stellt in seinen Untersuchungen eine P-Dauer von durchschnittlich 0,05 bis 0,06 sec fest, ebenso Liebmann (14).

Hastreiter (12) hat bei seinen Studien bis zu 1 Tag, 2 - 7 Tage und 8 - 30 Tage alte Säuglinge untersucht. Als Durchschnittswerte gibt er 0,051, 0,046 und 0,048 für die jeweilige Altersstufe an. Die Extremwerte von Walsh (31) werden allerdings von keinem anderen Autor erreicht, auch nicht von Michaelsson (16), LZ, der bei 1 Tag alten Neugeborenen einen Durchschnitt von 0,06 sec und bei bis zu 7 Tage alten Kindern einen Durchschnitt von 0,05

Alle Stellen in der angeführten Literatur decken sich mit meinen Untersuchungen, wobei sich ein durchschnittliches P von 0,056 sec ergab. Eine auffällige Verkürzung der P-Dauer mit zunehmendem Alter, wie es die oben erwähnten Autoren teilweise registrierten, konnte ich nicht nachweisen. Die Standardabweichung in der Altergruppe 8 - 14 Tage war allerdings am größten (0,00731 sec), wobei die jeweiligen Extremwerte jedoch nicht erreicht wurden. Auch in den gängigen Lehrbüchern der Kinderkardiologie, z.B. Gutheil (10), werden ähnliche Werte für die P-Dauer wie bei mir angegeben.

4.3.2 Das PQ-Intervall

Die atrioventrikuläre Übergangszeit (PQ-Intervall) ist eine frequenzabhängige Größe und wird in der Literatur der Kinderkardiologie (Gutheil,10, Stoermer und Heck, 25) im ersten Lebensmonat mit 0,08 - 0,12 sec angegeben. Mit etwa 6 - 12 Monaten verlängert sich die Zeit auf etwa 0,09 - 0,15 sec. Zur Verkürzung der PQ-Zeit trägt außer der altersbedingten höheren Frequenz des Neugeborenen der tiefer gelegene Erregungsursprung bei.

Alle von mir aufgeführten Autoren geben eine PQ-Zeit in dieser Größenordnung an mit geringfügigen, nicht relevanten Abweichungen bezüglich der größten und kleinsten PQ-Zeiten. Lediglich Michaelsson (16), LZ, erwähnt ein besonderes Ergebnis. Bei ihm haben 21 Kinder bei einer Frequenz von 124 bis 140 pro min eine maximale PQ-Zeit von 0,14 sec. Eine überzeugende Erklärung gibt er nicht; er führt diese lange PQ-Zeit darauf zurück, daß das Ekg sofort nach der Geburt geschrieben wurde (postpartale Adaptionsphase). Walsh (29) hat ebenfalls in seinen Untersuchungen PQ-Zeiten in Abhängigkeit vom Alter des Kindes angegeben:

Alter (Tage)	PQ-Bereich	Durchschnitt
1	0,085 - 0,16	0,113
2	0,08 - 0,135	0,103
3	0,08 - 0,14	0,102
5/6	0,07 - 0,14	0,098

Tab. 25: Angabe der PQ-Zeiten in Abhängigkeit vom Alter (Walsh).

Bourgeois (2) hat seine PQ-Berechnungen in Abhängigkeit von der Frequenz und auch des Alters gemacht. Seine 7 - 30 Tage alten Säuglinge haben eine durchschnittliche PQ-Zeit von 0,101 sec bei einem Maximum bzw. Minimum von 0,08 bzw. 0,13 sec. Von der Frequenz relativ wenig beeinflußt bleibt bei ihm die PQ-Zeit, die bei Frequenzen von 80 bis 200 pro min zwischen 0,093 und 0,1 sec im Durchschnitt liegt.

Hastreiter (12) hat eine ähnliche Aufschlüsselung vorgenommen wie Michaelsson (16):

Alter (Tage)	PQ-Bereich	Durchschnitt
1	0,07 - 0,13	0,1
1 - 7	0,05 - 0,13	0,09
8 -30	0,07 - 0,13	0,09

Tab. 26: Angaben der PQ-Zeiten in Abhängigkeit vom Alter (Michaelsson)

Namin (21) gibt bei seinen bis zu 30 Stunden alten Säuglingen für die maximalen bzw. minimalen Werte als Zeit von 0,08 bis 0,12 sec und als Durchschnitt 0,10 sec an.
Ziegler (32) bzw. Sodi-Pallares (23) liegen mit ihren Durchschnittsangaben bei 0,1 bzw. 0,12 sec. Auch die sehr ausführlichen Untersuchungen von Alimurung (1a) bestätigen die Ergebnisse der angeführten Autoren und auch die dieser Arbeit. Der Durchschnitt für die PQ-Zeit lag in den jeweiligen Altersgruppen um 0,11 $\pm$ 0,05 sec.

4.3.3 Der QRS-Komplex

Allein schon wegen der optischen Auffälligkeit des QRS-Komplexes gehörte diesem Abschnitt, der der Erregungsausbreitung in den Kammern entspricht, von jeher ein großes Interesse, wenngleich die ST-Strecke und die T-Strecke bezüglich der Diagnostik unter Umständen aussagefähiger sind. Beim Ekg des Neugeborenen dürfen die lagebedingten Veränderungen und hämodynamischen Besonderheiten nicht übersehen und falsch interpretiert werden. Nach der Geburt besteht ein ungefähr gleiches Muskelmassenverhältnis zwischen rechter und linker Kammer (Physiologisch relative Rechtshypertrophie, Gutheil, 10), bis nach wenigen Tagen bis Wochen eine physiologische Rückbildung der Rechtshypertrophie mit Überwiegen des linken Ventrikels eingetreten ist. Diesen Wandel vom Rechtstyp über den Steiltyp bis Indifferenztyp habe ich aber nicht zum Gegenstand meiner Untersuchungen gemacht. Vielmehr habe ich mich dafür interessiert, ob außer den physiologischen Abläufen irgendwelche anderen Veränderungen, eventuell pathologischer Natur, während der zehnstündigen Kontrolle auffallen (z.B. intraindividuelle Veränderungen der Dauer des QRS-Komplexes innerhalb des Beobachtungszeitraums, plötzliche Amplitudenveränderungen). Der QRS-Komplex ist nicht frequenzabhängig, seine durchschnittliche Dauer beträgt in den ersten beiden Lebensmonaten etwa 0,06 sec, mit einem Maximum bzw. Minimum von 0,05 bzw. 0,07 sec (Stoermer und Heck, 25).

Ziegler (32) gibt in seinen Ekg-Tabellen Extremwerte von 0,05 bis 0,1 sec bei einem Durchschnitt von 0,085 sec für den ersten Lebenstag an. Innerhalb der nächsten 30 Tage verkürzen sich alle Parameter im Durchschnitt um 0,01 sec (Minimum 0,04, Maximum 0,09 sec, Durchschnitt 0,073 sec).

Hastreiter (12) hat sich mit seinen Studien schwerpunktmäßig mit der Vektor- und Amplitudenauswertung des Ekg beschäftigt, erwähnt aber, daß seine Zeitmessungen nahezu identisch sind mit denen von Ziegler. Alle in der Literatur publizierenden Autoren scheinen die an sich schon umfassenden Tabellen von Ziegler nur zu ergänzen. So gibt auch Bourgeois (2) seine durchschnittliche QRS-Zeit mit 0,065 sec an bei 7 - 30 Tage alten Säuglingen. Bei den Untersuchungen von Michaelsson (16), LZ, ergeben sich Durchschnittszeiten für den QRS-Komplex von 0,058 sec (Minimum 0,05, Maximum 0,07 sec). Namin (20) gibt lediglich die größten gemessenen Werte für die QRS-Dauer an. Bei 100 bis zu 30 Stunden alten Neugeborenen liegt der Wert bei 0,05 sec, bei 31 bis zu einem Monat alten Säuglingen bei maximal 0,06 sec. Man kann davon ausgehen, daß der Durchschnittswert geringfügig darunter liegt. Diese Werte werden von Sodi-Parelles (23) nur bestätigt. Auch er bezieht sich auf Ziegler; seine Durchschnittswerte, gemessen an Kindern bis zum 3. Lebensjahr, gibt er mit 0,06 bis 0,07 sec an, mit der Tendenz, sich mit zunehmendem Alter zu verlängern. Scott und Franklin (22) beschäftigen sich ausschließlich mit dem Amplituden der einzelnen QRS-Abschnitte, verweisen jedoch darauf, daß sie in Bezug auf die Dauer der einzelnen Abschnitte mit Ziegler gleiche Ergebnisse erzielt haben.
Auch Walsh (30) stimmt bei seinen Untersuchungen mit allen Autoren überein, gibt eine durchschnittliche QRS-Dauer von 0,05 sec mit Standardabweichung von 0,0057 sec bei 1 - 2 Tage alten Neugeborenen an (Minimum 0,04, Maximum 0,07 sec).

Aufgrund meiner Untersuchungen kann auch ich nur den hier erwähnten Autoren zustimmen. Die durchschnittliche QRS-Dauer betrug bei meiner Serie 0,0543 sec bei einer Standardabweichung von 0,00615 sec. Dabei waren altersabhängige Veränderungen verschwindend gering.

Eine plötzliche Amplitudenveränderung habe ich bei mir, übereinstimmend mit allen Autoren, nicht beobachten können. Ebenso blieb die Dauer des QRS- Komplexes intraindividuell bei allen Frequenzen immer konstant.

4.3.4 Die QT-Zeit

Die QT-Dauer entspricht der gesamten Kammererregung einschließlich Repolarisation und somit der elektrischen Systole. Sie ist frequenzabhängig und außerdem den verschiedensten äußeren und inneren Einflüssen unterworfen.
Eine Tachykardie bewirkt eine Verkürzung, eine Bradykardie eine Verlängerung der QT-Zeit. Für eine systematische Auswertung sollte immer der frequenzentsprechende Normwert, d.h. die relative QT-Dauer benutzt werden. Ein Nomogramm über den gesammten von mir registrierten Frequenzbereich existiert nicht. Für diese Arbeit habe ich ein Nomogramm erstellt und mich dabei an der Bazett' schen Formel $QT = K \times \sqrt{RR}$ orientiert, wobei ich für K den Koeffizienten von Hegglin-Holzmann eingesetzt habe, der auch für höhere Frequenzen relativ genau ist (K = 0,39, Dressler, 8; Nomogramm im Anhang). Auch Walsh (31) hat sich bei seinen Untersuchungen der Bazett'schen Formel und des Hegglin- Holzmann-Koeffizienten bedient. Als Durchschnittswerte für einen Tag alte Säuglinge ermittelte er QT-Zeiten von 0,29 $\pm$ 0,033 sec, für 5 bis 6 Tage alte Kinder 0,27 $\pm$ 0,019 sec. Die QT-Zeit wird bei ihm mit zunehmendem Alter kürzer und auch die Standardabweichung verringert sich.

Dem ersteren kann ich nach meinen Untersuchungen nicht zustimmen. Während der ersten 15 Lebenstage bleibt die QT-Zeit relativ konstant bei 0,26 sec, erst danach verringert sie sich auf 0,25 sec, wobei allerdings mit zunehmendem Alter die Standardabweichung kontinuierlich abnimmt.

Alle anderen Autoren (Bucci, 3, Namin, 20, Ziegler, 32, Bourgeois, 2, Datay, 5) beziehen sich bei ihren Auswertungen auf die Bazett'sche Formel, modifiziert nach Hegglin-Holzmann. Ihr weiteres Interesse gilt aber mehr den pathologischen Veränderungen der QT-Dauer, nicht so sehr den Veränderungen bedingt durch die Frequenz. Bei einer Untersuchung von normalen Neugeborenen gibt Montague (17) für die QT-Zeiten folgende Werte an, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß er nicht den Koeffizienten nach Hegglin-Holzmann, sondern den Pearsonian-coefficient verwendet (K = 0,46). Durchschnitt: 0,390 $\pm$ 0,026 sec. Damit hat Montague (17), LZ, mit seinen Angaben über die Dauer der QT-Zeit, auch unter Berücksichtigung der verschiedenen Koeffizienten, eine um etwa 0,07 sec längere QT-Zeit angegeben als in dieser Untersuchung. Der Vollständigkeit halber erwähne ich hier einige Erkrankungen, Medikamente etc., die eine Verlängerung bzw. Verkürzung der QT-Zeit bewirken können.

Verlängerung:

Intraventrikuläre Leitungsstörungen (Hypertrophie, Schenkelblock), Hypokalzämie, Chinin, Chinidin, Alkohol, Peri-, Myokarditis etc.

Verkürzung:

Hyperkalzämie, Hyperkaliämie, akuter Infarkt bzw. Perikarditis, Digitalis etc.

4.3.5 Der Korrelationskoeffizient aus der Frequenz (F) und der PQ-Zeit

Um nachzuprüfen, in welcher Beziehung eine große Summe von Wertepaaren (hier F und die PQ-Zeit) steht, benutzt man am elegantesten den Korrelationskoeffizienten (r), ein von den benutzten Maßeinheiten unabhängigesBezugsmaß. Es ist ein Maß für die stochastische Abhängigkeit der beiden Variablen x und y (71) (Walter, 28, Documenta Geigy, 9). Man kann nachweisen, wie dicht die vorgegebenen Daten entlang einer Geraden liegen, d.h. wie gut die Anpassung der Geraden an die Daten ist. Der Wertebereich des Korrelationskoeffizienten geht definitionsgemäß von r = +1 bis r = -1. Liegen alle Wertepaare genau auf einer Geraden mit positiver Steigung, ist r = +1, während sie bei r = -1 ebenfalls auf einer Geraden mit negativer Steigung liegen.

Der Wert r = 0 läßt erkennen, daß die Daten überhaupt keiner Geraden angepaßt werden können, d.h. die Datenpunkte sind zu weit gestreut.
Die benutzte mathematische Formel lautet:

$$r = \frac{SP}{SQ_x - SQ_y}$$

wobei die Werte der Frequenz und der PQ-Zeit einzusetzen sind (Walter, 28).

SP = Summe der Abweichungsprodukte aus den Frequenzwerten und den PQ-Zeiten

SQ_x = Summe der Abweichungsquadrate aus den Frequenzwerten

SQ_y = Summe der Abweichungsquadrate aus den PQ-Zeiten.

In meinem Fall nähert sich der Korrelationskoeffizient mit zunehmendem Alter dem Wert r = -1. Bei den 15 Tage alten und älteren Säuglingen liegt der Wert bei r = -0,6855, der Wert bei den Neugeborenen (1-2 Tage alt) liegt noch bei r = -0,3365. Dies zeigt, daß mit zunehmendem Alter die PQ-Zeit in ein immer stärker werdendes Abhängigkeitsverhältnis zur Frequenz tritt. Bei den Neugeborenen lassen sich

zwar formell die PQ-Zeiten mit Hilfe der Bazett'schen Formel modifiziert nach Hegglin-Holzmann problemlos errechnen. Der Korrelationskoeffizient zeigt jedoch, daß die tatsächlich gemessenen PQ-Zeiten in einem anderen Verhältnis zur Frequenz stehen, als es diese Formel eigentlich erwarten ließe.
Erst mit zunehmendem Alter, nach meinen Untersuchungen nach 14 Tagen, gewinnt die Bazett'sche Formel inclusive Hegglin-Holzmann an Bedeutung und Aussagekraft. In der Zeit davor muß man jedoch damit rechnen, einen PQ-Wert zu messen, der in keinem Verhältnis zur jeweiligen Frequenz steht und umgekehrt.

4.3.6 Die ST-Strecke

Die ST-Strecke als solche ist eigentlich schon in der QT-Zeit enthalten; sie ist insofern jedoch von besonderer Bedeutung, als sich Veränderungen in der Erregungsrückbildung am deutlichsten hier zeigen. Andererseits muß man sich allerdings hüten, derartige Veränderungen falsch zu interpretieren, da gerade postpartal das Herz eines Neugeborenen zu Adaptionsmaßnahmen gezwungen ist (Börger, 1 und Gutheil, 10).
Da die ST-Strecke dem kurzen Zeitraum der gleichmäßigen Kammererregung entspricht, und während dieser Kurve keine gleichmäßigen Potentialschwankungen entstehen, verläuft die ST-Strecke etwa in der Nullinie (Börger, 1).
In Anbetracht der mit zunehmendem Alter wachsenden Muskelmasse des linken Ventrikels besteht bei der Geburt, bei gleicher Muskelmasse beider Ventrikel, eine Hebung der ST-Strecke. Dies ist schon 1959 von Michaelsson (16), LZ, und 1962 von Hastreiter (12) festgestellt worden. Weiterhin scheint die höhere Grundfrequenz der Neugeborenen mit der physiologischen ST-Hebung in Beziehung zu stehen (Walsh, 31). Auch Namin (20) hat zum Lebensbeginn eine gehobene ST-Strecke registriert (0,1 mV).

Meine Untersuchungen können die Ergebnisse der anderen Autoren nur bedingt bestätigen. Im Alter von 1 bis 2 Tagen bestand eine ST-Hebung von 1,4 mm entsprechend 0,08 mV. Nach einem Abfall auf 0,07 mV bei den 3 bis 7 Tagen alten Säuglingen stieg bei den 15 Tage alten und älteren Kindern die ST-Hebung auf 0,1 mV.

Ein Grund für diese der Literatur widersprechenden Ergebnisse könnte die Wahl unserer Ableitungssysteme sein. Die Interpretation im Sinne eines pathologischen Geschehens scheidet in Anbetracht des unauffälligen klinischen Aspekts meines Erachtens nach aus. Man muß wohl akzeptieren, daß während der postpartalen Adaptionsphase zumindest im ST-Bereich Varianten auftreten, die man zwar zunächst registrieren sollte, die aber wohl keiner weiteren Behandlung bedürfen.

Die Problematik bezüglich der Untersuchungen an der ST-Strecke liegt vor allem darin, daß keine standardiesierten Ableitungen bei Langzeitregistrierung vorliegen, die man vergleichen könnte. Außerdem sind Positionswechsel innerhalb von 10 Stunden und Niveauveränderungen schon bei geringen Elektrolytveränderungen bekannt (Gutheil, 10). Aus diesem Grunde sind ST-Messungen zur Zeit nur intraindividuell auswertbar, ungeachtet des breiten Spektrums der Werte im Vergleich mit anderen Autoren.

4.4 Herzrhythmusstörungen

Prinzipiell hat man bei der Beurteilung von Arrhythmien zu untersuchen, ob ein ektopes Reizfeld vorhanden ist, das in unter Umständen wechselnden Abständen für Extrasystolen verantwortlich ist, oder ob es sich um eine rechtortige Reizbildung (z.B. Sinusbradykardie) handelt (Gutheil, 10). Aufschluß darüber gibt das Elektrokardiogramm.

Aufgrund dieser Arbeit, in der über 1.200 Ekg's ausgewertet wurden, läßt sich sagen, daß fehlortige Rhythmusstörungen bei gesunden reifen Neugeborenen äußerst selten vorzukommen scheinen. Ich habe insgesamt bei nur 4 Kindern (entsprechend 8%) während eines kurzen Zeitraums vereinzelt Extrasystolen registrieren können (siehe Anhang 6.2). Ansonsten konnte bei allen Untersuchungen ausschließlich ein Sinusrhythmus vermerkt werden, mit allerdings extremen Tachy- und Bradykardien. Dieses beobachtete auch Morgan (18), LZ, bei 20 Kindern, aber meistens Frühgeborenen. Er gab eine Bradykardie von unter 50 Schlägen pro Minute an und wies dabei eine Extrasystole nach. Weiterhin stellte er fest, daß keine Korrelation zwischen Alter oder Geburtsgewicht und dem Zeitpunkt der Untersuchung bzw. dem Auftauchen einer Arrhythmie nachzuweisen war. Jedoch hatten alle Kinder mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g zu irgendeinem Zeitpunkt eine Sinusbradykardie mit oder ohne Extrasystole.

Die Untersuchungen Diekmanns (7). LZ, haben eine ähnliche Tendenz. Auch er hat bei 70 Neugeborenen, vorwiegend Frühgeborene, die als zusätzliche Komplikation Atemstörungen aufwiesen, Ekg-Untersuchungen gemacht, wobei er am häufigsten Sinusbradykardien und AV-Blockierungen registrierte.

Välimäki (27), LZ, hat die Herzfrequenz von 50 Reifgeborenen mit denen von 30 gesonden Frühgeborenen verglichen. Dabei ist ihm aufgefallen, daß die Durchschnittsfrequenzen in etwa gleich waren, daß jedoch die Frequenzextreme bei den Frühgeborenen höher bzw. tiefer lagen als bei den Reifgeborenen. Er hat Tachykardien von 260 bei den Früh- und von 222 bei des Reifgeborenen registriert.

Ähnliche Werte gaben Montague (17), LZ, und Southhall (22), LZ, an. Auch bei ihren Untersuchungen kommt es bei 10% bzw. bei 7% zu Rhythmusveränderungen, die ebenso wie bei mir kurzfristig sind.

Bradykardien um 90 Schläge pro Minute, die nicht länger dauern als 15 Sekunden, hat Välimäki (27), LZ, gleichermaßen bei Reifgeborenen und Frühgeborenen beobachtet. Kinder mit Atemproblemen - und hier wiederum sind die Frühgeborenen stärker betroffen - wiesen eine ausgeprägtere Bradykardie mit Frequenzen um 50/min und einer Dauer von 30 sec und mehr auf.

Meine Untersuchungen scheinen sich mit denen der angeführten Autoren weitgehend zu decken, soweit sie sich vergleichen lassen, da schwerpunktmäßig das Ekg des Frühgeborenen untersucht wird. Als maximale Frequenz konnte ich 222 Schläge pro Minute registrieren bei einem männlichen, 22 Tage alten Neugeborenen. Frequenzen von 190 bis 210 Schlägen waren nicht außergewöhnlich.

Die extremste Bradykardie lag bei 71 Schlägen pro Minute; insgesamt gerieten 16 Kinder mit ihren Frequenzen ein oder mehrere Male unter 100 Schläge pro Minute, ohne daß sie irgendwie auffällig erschienen. Bei je 2 Kindern habe ich supraventrikuläre und ventrikuläre Extrasystolen registriert. Bei allen traten diese allerdings nicht während einer bradykarden Phase auf, wie eigentlich zu erwarten gewesen wäre, sondern ganz spontan ohne Art [illegible]

Frequenzen lagen dabei zwischen 110 und 150 Schlägen pro Minute. Alle Kinder zeigten allerdings zu irgendeinem Zeitpunkt ausgeprägte Bradykardien.

Abschließend ist hierzu zu sagen, daß gesunde Neugeborene einen relativ stabilen Sinusrhythmus haben, zwar mit häufigen Frequenzalterationen, aber nur mit geringen Tendenzen zu Rhythmusänderungen.

5. Zusammenfassung

Die derzeit bei Neugeborenen und Säuglingen durchgeführten Elektrokardiogramme erstrecken sich meist nur über einen sehr kurzen Abschnitt. Aufgabe dieser Untersuchung von 50 Langzeit-Ekg's sollte es sein, die Werte des kurzen Ekg's zu verifizieren und gegebenenfalls zu korrigieren bzw. zu erweitern.

Die Auswertung von über 1.200 Ekg's bei 50 Neugeborenen läßt den Schluß zu, daß im wesentlichen die Auswertung eines Ekg's repräsentativ ist. Ich möchte lediglich einige kleinere Erweiterungen hinzufügen.

Die normalen Frequenzamplituden scheinen mir in der allgemeinen Literatur etwas zu eng gefaßt zu sein. Bei mir zeigten 28% aller Neugeborenen ein oder mehrere Male Tachykardien über 200 pro Minute. Hier aber würde ich auch die Grenze ziehen und alle Kinder, die sie überschreiten, einer nochmaligen Kontrolle unterziehen, ohne allerdings schon von einem pathologischen Ekg zu sprechen. Bei Bradykardien würde ich die Grenze bei etwa 90 Schlägen pro Minute ansetzen.

Allgemein scheint das Ekg eines Neugeborenen häufiger Abweichungen zu zeigen, ohne daß diese sofort als pathologisch eingestuft werden müssen. Extreme Tachykardien sollten kontrolliert und erst bei Wiederholungen behandelt werden, ebenso wie Bradykardien, die mit Extrasystolen kombiniert sein können, und die in diesem Alter wohl oft auf respiratorische Insuffizienzen zurückzuführen sein dürften (Hopf, 13).

Im Ekg des Neugeborenen treten verschiedene Normvarianten auf, deren Dokumentation erst durch die kontinuierliche Ekg-Überwachung ermöglicht worden ist. Als Ursachen dieser Varianten sind die vielschichtigen Anpassungsvorgänge eines Neugeborenen in den ersten Lebenstagen anzusehen; ihr Auftreten im Ekg ist aber nicht obligat. Bevorzugte Anzeichen der Adaption der Neugeborenen sind im Ekg die teils erheblichen Frequenzschwankungen, die offensichtlich größer sind, als man ursprünglich annahm. Auch die Frequenzbreite ist weiter; ebenso habe ich das - zwar nur vereinzelte - Vorkommen von Extrasystolen ohne pathologischen Hintergrund nachweisen können.

Sonst pathologische oder fraglich pathologische Befunde im Ekg scheinen im Rahmen der Adaption des Neugeborenen an sein neues Milieu aufzutreten und nur passagerer Natur zu sein. Diese Befunde sollten wohl erst bei gehäuftem Auftreten und/oder auffallender Symptomatik und Klinik kontrolliert und behandelt werden.

6. ANHANG

6.1 Literaturverzeichnis

1a	ALIMURUNG, M.M., MASSELL, B.F.:	Normal P-Q-interval in in- fants and children, Circu- lation 13, 257-263 (1956)
1	BÖRGER, H.H.:	Ekg-Information, Steinkopf Verlag, Darmstadt, 1974
2	BOURGOIS, M., SALZWEDEL, S., KECK, E.W.:	Das Elektrokardiogramm de gesunden Säuglings, in Arch. f. Kreislauff., 56 236-249 (1968)
3	BUCCI, G., MENDICINI, M., SCALAMANDRE, A., ANNIBALDI, L., SAVIGNONI, P.G., NODARI, S.:	A controlled trial in the- rapy for newborns weighin 750 - 1250 g, in: Act Paed. Scand., 60, 417-42 (1971)
4	BURNETT, C.T., TAYLOR, E.L.:	Electrocardiograms on 16 average healthy infants in: Am. Heart J., 11, 185- 205 (1936)
5	DATEY, K.K., BHARUCHA, P.E.:	Electrocardiographic chan ges in the first week o life, in: Br. Heart J., 22 175-180 (1960)
6	DOXIADES, L.:	Fortbestehen des fetale Erregungsablaufs im Herze während der Kindheit un später, in: Z. f. Kinder heilkunde, XLI, 24-29 (192
7	DIEKMANN, L.:	Herzrhythmusstörungen be unreifen und reifen Neuge borenen, in: Z. f. Kinder heilkunde, 109, 41-49 (197
8	DRESSLER, F.:	Besonderheiten des Ekg i Kindesalter, in: Separatu aus Berl. Jahrb. f. ärztl Fortbildg., 72-76 (1972)
9	DOCUMENTA GEIGY:	Wissenschaftliche Tabellen Kapitel Statistik
10	GUTHEIL, H,:	Kinder-Ekg-Fibel, 2. erw Auflage, Thieme Verla Stuttgart (1974)
11	HAFKESPRING, E.M., DRAWE, C.E., ASHMAN, R.:	Children's electrocardio grams; measurements for 10 normal children, in: Am Dis. Child., 53, 1457- 146 (1973)
12	HASTREITER, A.R., ABELLA, J.B.:	The electrocardiogram i the newborn period, I. Th normal infant, in: Feta Neonat. Med., 78, 146-15 (1971)
13a	HECHT, A.F.:	Der Mechanismus der Herzak tion im Kindesalter, sein Physiologie und Pathologie

13b HEUBNER, O.: Das Elektrokardiogramm des Säuglings und Kindes, Monatsschrift f. Kinderh., Leipzig u. Wien, VII, 6-12 (1908/09)

13 HOPF-SEIDEL, P.: Langzeit-Ekg-Aufnahmen an atemgestörten Neugeborenen, in: Inaugural-Dissertation an der Freien Universität Berlin (1980)

14 LIEBMANN, J.: The normal electrocardiogram in newborn and infants in: Cassels, D.E., Zieger, R.F. (Hrsg.), Electrocardiography in infants and children, New York, Grune & Stratton Inc., 79-98 (1966)

15 LINNEWEH, F.: Pädiologie, Lehrbuch für Kinderheilkunde, Joppich, G. (Hrsg.), 23. Auflage, Fischer Verlag Stuttgart, 1-35 (1975)

16 MICHAELSSON, M.: Electrocardiographic studies in the healthy newborn in: Act. Paed. Scand., 48, Suppl. 117, 108-116 (1959)

17 MONTAGUE, T.J., TAYLOR, P.G., STOCKTON, R., ROY, D.L., SMITH, E.R.: The spectrum of cardiac rate and rhythm in normal newborns, in: Ped. Cardiol. 2, 33-38 (1982)

18 MORGAN, B.C., BLOOM, R.S., GUNTHERROTH, W.G.: Cardiac arrhythmias in premature infants, in: Pediatr., 35, 658-661 (1965

19 NADRAI, A.: Die Elektrokardiographie im Säuglingsalter, in: Z. f. Kinderheilk., 60, 285-288 (1939)

20 NAMIN, E.P., MILLER, R.A.: The normal electrocardiogram in children, in: Cassels, D.E., Zieger, R.F. (Hrsg.), Electrocardiography in infants and children, New York, Grune & Stratton, Inc., 99-115 (1966)

21 NAMIN, E.P.: Pediatric electrocardiography and vector-cardiography, in: Gasul, B.M., Arcilla, R.A., Lev, M. (Hrsg.), Heart disease in children: Diagnosis and treatment, Philadelphia, J.B. Lippincott Company, 60-120 (1963)

22 SCOTT, O., FRANKLIN, D.: The electrocardiogram in the normal infant, in: Br. Heart J., 25, 441-450 (1963)

23 SODI-PALLARES, D., PORTILLO, B., CISNEROS, F., CRUZ, M.V. DE LA, ACOSTA, A.R.: Electrocardiography in infants and children, in: Paed. Clinic. North Am., 5, 871-905 (1958)

24 SOUTHHALL, D.P., RICHARDS, J., MITCHELL, P., BROWN, D.J., JOHNSTON, P.G.B., SHINEBORNE, E.A.: Study of cardiac rhythm in healthy newborn infants in: Br. Heart J., 43, 14-20 (1980)

25 STOERMER, J., HECK, W.: Pädiatrischer Ekg-Atlas, 2. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart (1971)

26 VÄLIMÄKI, I.: Tape recordings of the electrocardiogram in newborn enfants, in: Act. Paed. Scand., Suppl. 199, 1-75 (1969)

27 VÄLIMÄKI, I.: Postnatal alterations of cardiac rhythm, in: Clin. Paediatr., 9, 42-46 (1963)

28 WALTER, E.: Biomathematik für Mediziner, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart (1974)

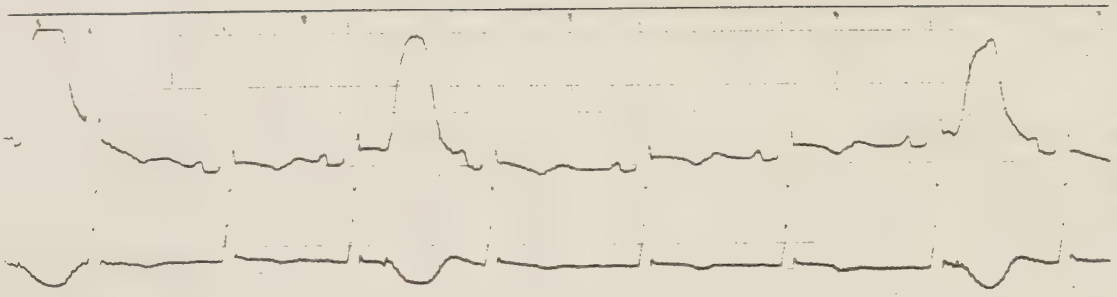
29 WALSH, S.Z.: P wave duration and P-R interval during the first week of life, in: Br. Heart J., 25, 42-46 (1963)

30 WALSH, S.Z.: The electrocardiogram during the first week of life, in: Br. Haert J., 25, 784-794 (1963)

31 WALSH, S.Z.: Electrocardiographic intervals during the first week of life, in: Am. Heart J., 66, 36-42 (1963)

32 ZIEGLER, R.F.: Electrocardiographic studies in normal infants and children, in: C.C. Thomas (Hrsg.), Springfield Illinois, 352-359 (1951)

6.2 Ausgesuchte Ekg-Beispiele

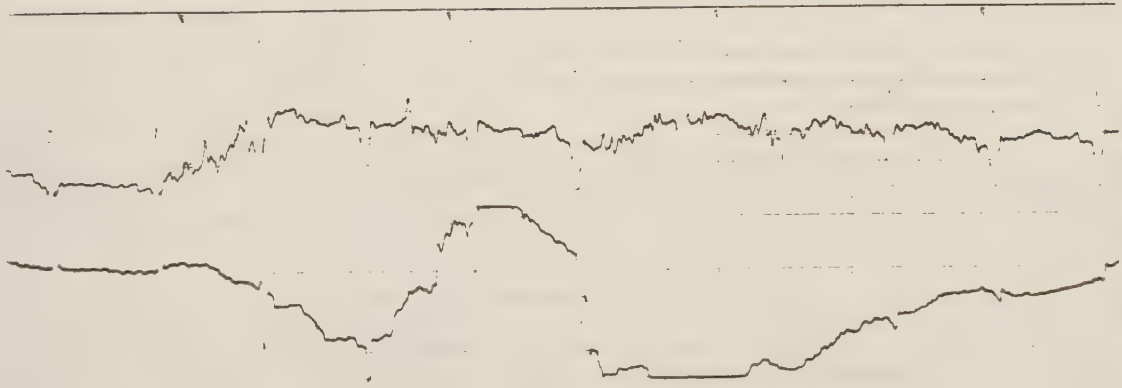


Ekg-Nr. 24, Junge
Alter 11 Tage, Zeit 11.00 h

Sinusrhythmus
Normfrequenz im unteren Bereich um 115 Schläge/min

siehe 4.2.1

Besonderheiten:
Aufzeichnung plötzlicher Lageveränderung (Schluckauf)

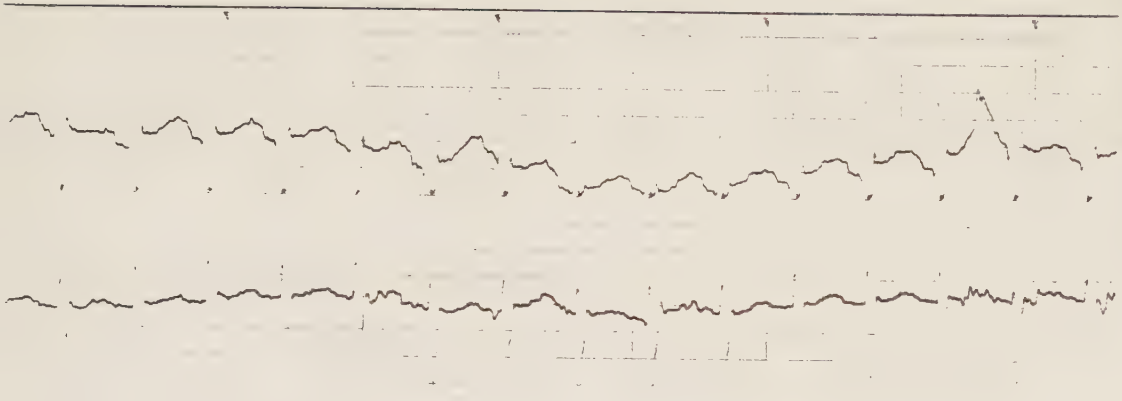


Ekg-Nr. 33, Mädchen
Alter 5 Tage, Zeit 0.30 h

Sinusrhythmus
Normfrequenz im oberen Bereich um 150 Schläge/min

siehe 4.2.1

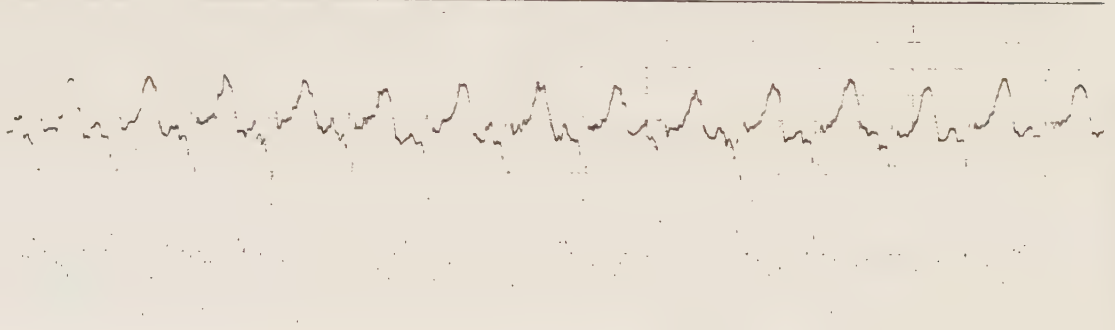
Besonderheiten:
Aufzeichnung langsamer Lageveränderung



Ekg-Nr. 17, Junge
Alter 13 Tage, Zeit 23.00 h

Sinusrhythmus
Tachykardie
Frequenz: 215 Schläge/min

siehe 4.2.2

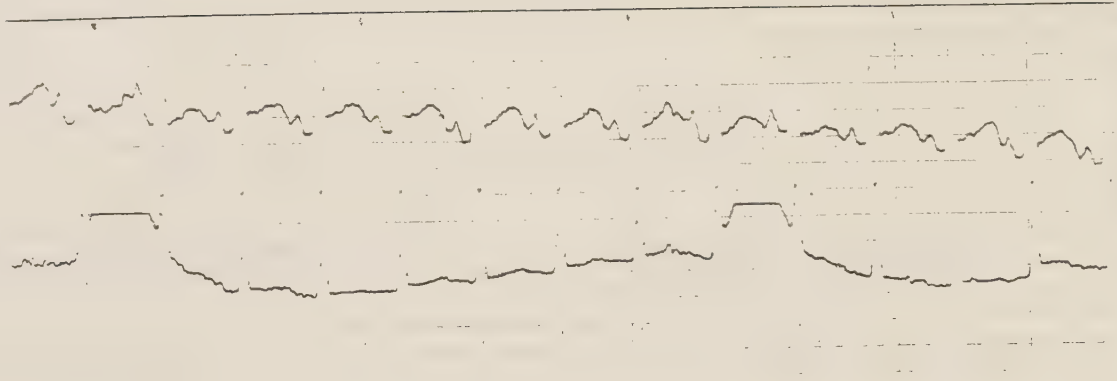


Ekg-Nr. 6, Junge
Alter 10 Tage, Zeit 20.45 h

Sinusrhythmus
Tachykardie
Frequenz: 200 Schläge/min

siehe 4.2.2

Besonderheiten:
2. Ableitung durch Verrutschen der Elektrode nicht verwertbar

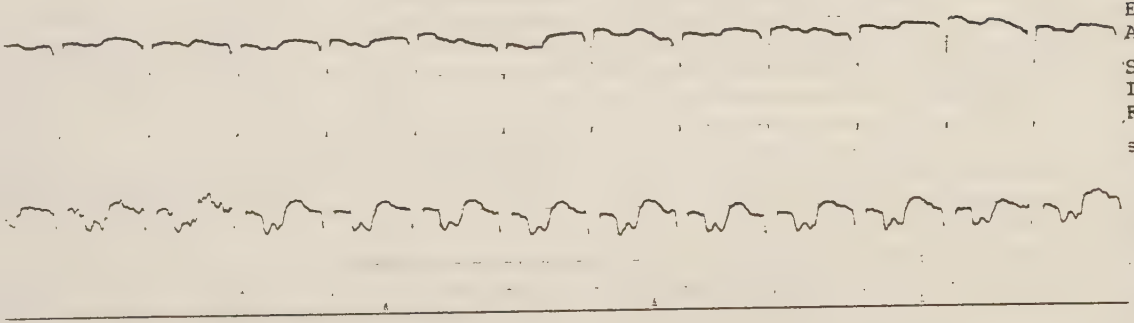


Ekg-Nr. 25, Mädchen
Alter 3 Tage, Zeit 17.05 h

Sinusrhythmus
Tachykardie
Frequenz: 200 Schläge/min

siehe 4.2.2

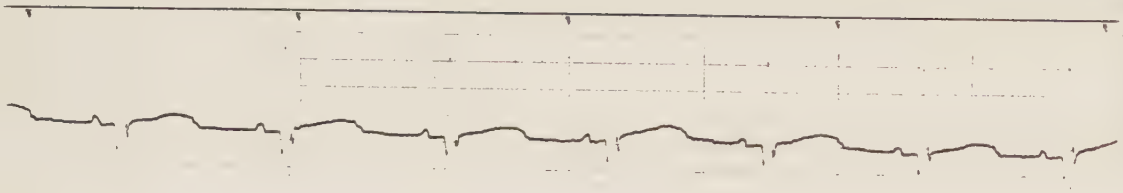
Besonderheiten:
Ableitungsstörungen durch Bewegung



Ekg-Nr. 27 Mädchen
Alter 14 Tage, Zeit 16.00 h

Sinusrhythmus
Tachykardie
Frequenz: 178 Schläge/min

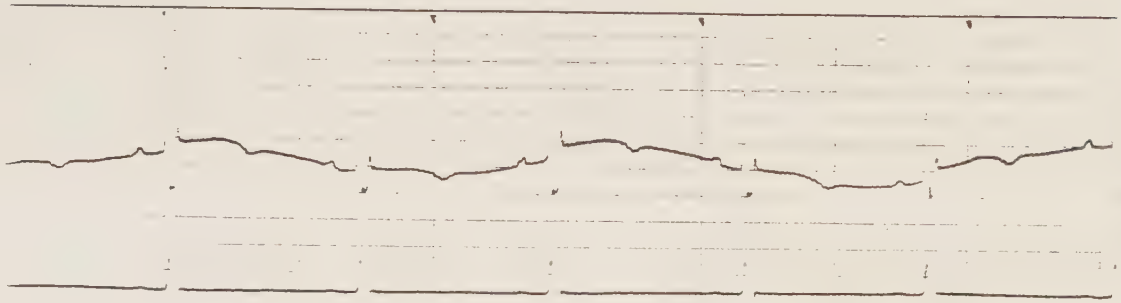
siehe 4.2.2



Ekg-Nr. 43, Mädchen
Alter 12 Tage, Zeit 4.30 h

Sinusrhythmus
Bradykardie
Frequenz: 80 Schläge/min

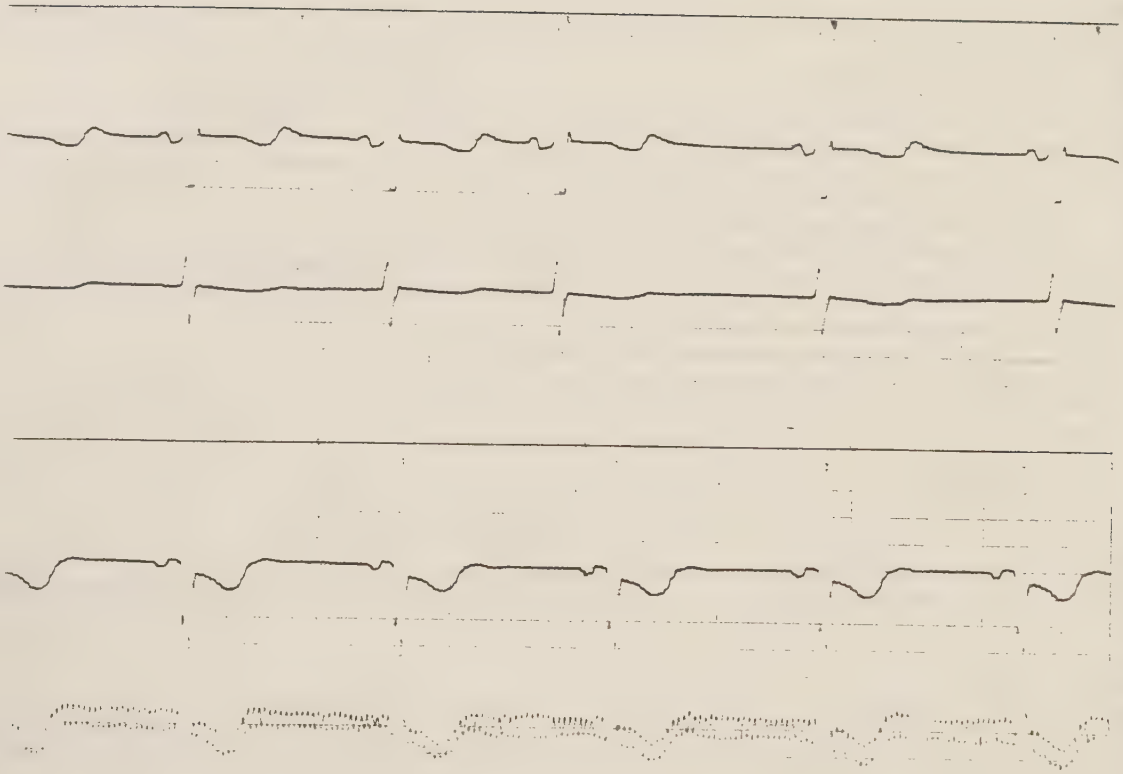
siehe 4.2.2



Ekg-Nr. 33, Mädchen
Alter 5 Tage, Zeit 18.30 h

Sinusrhythmus
Bradiekardie
Frequenz: 98 Schläge/min

siehe 4.2.2



Ekg-Nr. 23, Junge
Alter 6 Tage, Zeit 12.00 h

Sinusrhythmus
Bradykardie
Frequenz: 72 Schläge/min

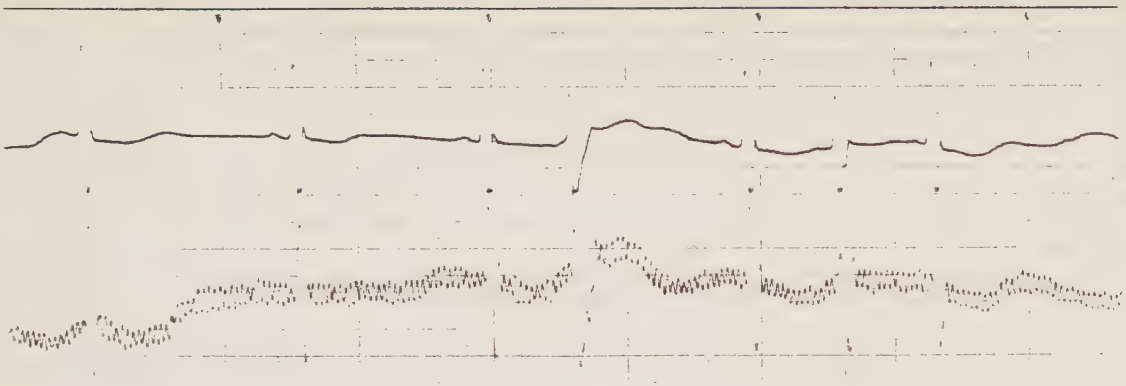
siehe 4.2.2

Ekg-Nr. 7, Junge
Alter 7 Tage, Zeit 1.20 h

Sinusrhythmus
Bradykardie
Frequenz: 77 Schläge/min

siehe 4.2.2

Besonderheiten:
negatives P wegen Vertauschung der Elektrodenkabel

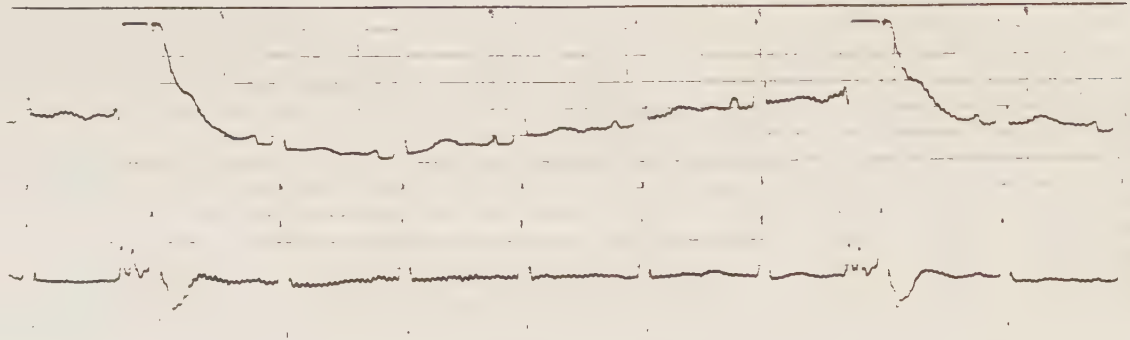


Ekg-Nr. 19, Junge
Alter 2 Tage, Zeit 9.15 h

Sinusrhythmus
Bradykardie
Frequenz: 97 Schläge/min

siehe 4.4

Besonderheiten:
supraventrikuläre Extrasystole



Ekg-Nr. 28, Mädchen
Alter 3 Tage, Zeit 12.10 h

Sinusrhythmus
Frequenz: 128 Schläge/min

siehe 4.4

Besonderheiten:
Artefakte, keine Frequenzänderungen, RR-Intervalle bleiben konstant

6.3 Beispiel eines Meßprotokolls

F Sinus	p	PQ	QRS	QT	ST mm	ES	Bemerk. QT Heggl.
157	–	–	0,05	–	±		0,241
133 174	0,04 –	0,1 –	0,05 0,05	0,24 –	± ±		0,262 0,225
151 160	0,05 –	0,1 –	0,05 0,05	0,24 –	± ±		0,246 0,233
181 171	– 0,05	– 0,1	0,05 0,05	– 0,24	± ±		0,225 0,231
135 128	0,05 0,05	0,1 0,1	0,05 0,05	0,24 0,24	± ±		0,26 0,267
175 188	0,05 0,05	0,1 0,05	0,05 0,05	0,22 0,18	± ±		0,229 0,22
144 148	0,05 0,05	0,1 0,1	0,05 0,05	0,23 0,22	± ±	+	0,252 0,248
156 150	0,05 0,05	0,1 0,1	0,05 0,05	0,24 0,24	± ±		0,242 0,247
142 139	0,05 0,05	0,1 0,1	0,05 0,05	0,24 0,24	± ±		0,254 0,256
133 165	0,05 0,05	0,1 0,1	0,05 0,05	0,24 0,18	± ±		0,256 0,235
151 164	0,05 0,05	0,1 0,1	0,05 0,05	0,24 0,23	± ±		0,246 0,236

Kr.Gsch.Nr. 2268/76

Ekg-Nr. 31

Name Grundmann

Geschlecht ♀

geb. 31.7.76

Ekg-Datum 9.8.76

Laufzeit $11^{30} - 21^{30}$

Gravidität o B

Geburt Steiß, spontan

Größe 49 –

Gewicht 3150 g

Besonderheiten

CS 17^{30}

siehe Kurve

6.4 Übersicht (tabellarisch) der Ergebnisse einiger Autoren und dieser Untersuchung

AUTOR	Frequenz-Durchschnitt (Schläge/min)							P-Welle (sec)		PQ-Zeit (sec)		QRS-Komplex (se	
	1 - 2 Tage	3 - 7 Tage	8 - 30 Tage	Max.	Min.	tags	nachts	1 - 2 Tage	8 - 30 Tage	1 - 2 Tage	8 - 30 Tage	1 - 2 Tage	8 - 3 Tage
Bourgois, 2			150						0,054		0,101		0,055
Datey	131	138		170	85								
Diekmann, 7	130												
Gutheil, 10	125									0,08 - 0,12		0,06	
Hastreiter, 12	119	133	163	180	100			0,051	0,048				
Michaelsson, 16								0,06	0,05				
Montague, 17	130			222	78	145	123						
Morgan, 18					50								
Sodi-Pallares, 23								0,06	0,05	0,12		0,07	0,06
Southall, 24				225	85								
Stoermer, 25										0,08 - 0,12		0,06	
Välimäki, 26	125												
Välimäki, 27				260									
Walsh, 29								0,063	0,05	0,108	0,098		
Walsh, 30	152	152	160									0,05	
Ziegler, 32								0,054		0,1		0,085	0,07
eigene Ergebnisse	126	133	145	222	78	138	128	0,056	0,055	0,11 +/- 0,05		0,0543	

Bei den unterstrichenen Autoren resultieren die Ergebnisse aus Ekg-Langzeituntersuchungen.

Die QT-Zeiten sind frequenzabhängig, je nach verwendetem Koeffizienten unterschiedlich und somit nicht direkt vergleichbar. Ein Aufführung dieser Werte fehlt aus diesem Grund. Ebenso bleiben wegen der fehlenden Möglichkeit der Standardisierung die ST-Hebu Senkung unberücksichtigt.

6.5 Meßergebnisse, tabellarisch

	Name	Kg.Nr.	Gew. (g)	♂♀	Datum Geburt	Datum Ekg	Alter Ekg (Tg.)	akt. Gew. (g)	Laufzeit Ekg von...bis...	Frequenz max.	Frequenz min. (1/min)	D/F	Stand.	P-Welle D/P (sec)	Stand.	PQ-Interwall D/PQ (sec)	Stand.	QRS-Komplex D/QRS (sec)	Stand.	QT-Strecke D/QT (sec)	Stand.	ST-Trecke Hebung	ST-Trecke Senkung (mm)	Stand	Korrelationskoeff. F/PQ	Stand.	ES	Erkrankung
1	Ku.	425/76	3930	♂	21.01.76	12.02.76	22	4.430	8.00-18.00	222	117	167,0	44,4	0,063	0,005	0,098	0,00632	0,05	0,0									
2	Mo.	385/76	3540	♀	17.01.76	3.02.76	17	3.780	8.30-18.45	200	105	134,16	33,12	0,053	0,0098	0,117	0,0153	0,05	0,0	0,24	0,032	3,0	0,0	-0,6601	0,004721		Konjunktivitis
3	Pö.	547/76	3370	♂	04.02.76	13.02.76	9	3.410	8.30-18.50	200	104	153,09	42,61	0,056	0,0103	0,102	0,0103	0,05	0,0	0,268	0,028	1,33	0,778	-0,8398	0,00794		Seorstomatitis
4	Sc.	442/76	2700	♀	06.02.76	14.02.76	8	2.830	9.20-19.20	161	103	128,52	13,56	0,067	0,0086	0,112	0,0133	0,05	0,0	0,251	0,036	4,3	1,25	-0,123	0,009724		Polyglobulie
5	Me.	260/76	3950	♀	07.01.76	14.01.76	7	3.990	9.15-19.15	203	122	160,93	29,05	0,06	0,0041	0,112	0,0123	0,05	0,0	0,267	0,014	0,3	0,542	0,4968	0,008275		ANS-Verdacht
6	Ko.	558/76	2700	♀	15.02.76	29.02.76	14	2.900	14.00-24.00	210	85	150,6	48,86	0,055	0,0062	0,089	0,0111	0,05	0,0	0,241	0,022	1,71	0,726	-0,7485	0,00787		Pyelonephritis
7	Sp.	672/76	4260	♀	24.02.76	03.03.76	7	4.350	17.00- 3.00	206	88	159,13	42,79	0,053	0,0121	0,107	0,0163	0,05	0,0	0,256	0,043	3,5	0,618	-0,6603	0,008101		Hyperbilirubinämie
8	Fr.	1348/76	2310	♀	24.04.76	28.04.76	4	2.300	9.05-19.05	153	101	117,1	13,11	0,055	0,0069	0,109	0,0103	0,05	0,0	0,249	0,039	-2,13	1,808	-0,2832	0,01437		Aspirationsverdacht
9	We.	1357/76	3390	♂	23.04.76	29.04.76	6	3.400	8.30-18.30	145	100	121,1	12,97	0,07	0,0	0,11	0,0	0,06	0,0	0,28	0,015	1,05	0,229	0,1606	0,009857		Gaumenspalte
10	Sc.	1401/76	3090	♂	24.04.76	06.05.76	12	3.220	8.30-18.30	160	108	136,18	12,07	0,06	0,0107	0,129	0,0111	0,05	0,0	0,275	0,015	0,0	0,0	1,0	0,0		Hyperbilirubinämie
11	Sc.	1432/76	2610	♀	04.05.76	06.05.76	2	2.480	8.15-18.10	155	137	141,55	8,84	0,052	0,0038	0,111	0,0076	0,072	0,0054	0,26	0,012	2,05	0,497	0,5767	0,008362		Hyperbilirubinämie
12	Mu.	1404/76	3190	♀	25.04.76	07.05.76	12	3.260	9.10-19.20	159	110	132,38	13,88	0,058	0,0041	0,099	0,0022	0,057	0,0054	0,254	0,008	1,1	0,641	-0,2036	0,007216		Armplexuslähmung
13	Hä.	1435/76	2250	♀	04.05.76	06.05.76	2	2.160	9.00-19.05	187	72	134,35	32,0	0,06	0,0056	0,110	0,011	0,05	0,0	0,263	0,014	3,09	0,7	-0,2729	0,002097		ANS-Verdacht
14	Ra.	1458/76	4100	♂	30.03.76	07.04.76	8	4.190	8.40-19.00	175	121	142,83	21,85	0,06	0,0	0,1	0,0	0,06	0,0	0,266	0,034	1,87	1,1	-0,5435	0,009233		Hyperbilirubinämie
15	Mü.	1515/76	2920	♀	12.05.76	13.05.76	1	2.800	8.40-19.00	145	107	123,8	11,91	0,06	0,0	0,111	0,0031	0,06	0,0	0,255	0,018	2,0	0,0	-0,7212	0,001291		Hyperbilirubinämie
16	Me.	1536/76	2020	♂	13.05.76	14.05.76	1	1.940	19.30- 5.20	160	105	123,91	13,2	0,06	0,0	0,115	0,0051	0,05	0,0	0,272	0,013	1,1	0,316	-0,4954	0,002606		Sectio, intrauterine Asphyxie
17	Me.	1550/76	4350	♀	03.05.76	18.05.76	15	4.490	9.30-19.45	219	117	166,05	24,3	0,06	0,0	0,101	0,0022	0,05	0,0	0,272	0,014	0,77	0,429	-0,6488	0,003801		2. Zwilling
18	Mo.	1547/76	2660	♂	10.05.76	13.05.76	3	2.580	8.30-18.30	176	99	136,0	19,57	0,06	0,0	0,12	0,0	0,06	0,0	0,236	0,017	2,0	0,0	-0,5934	0,003091		Pylorusstenose
19	Fr.	1639/76	2970	♀	22.05.76	24.05.76	2	2.840	9.30-19.30	150	75	126,65	16,13	0,06	0,0	0,11	0,0	0,05	0,0	0,261	0,019	1,3	0,47	-0,5528	0,002704		Hyperbilirubinämie
20	Ma.	1642/76	2870	♀	04.05.76	25.05.76	21	3.030	8.30-18.30	208	112	146,71	30,39	0,053	0,0046	0,099	0,0436	0,06	0,0	0,271	0,02	0,0	0,0	-0,2884	0,002551	●	Hyperbilirubinämie
21	Ko.	1476/76	2680	♀	29.04.76	16.05.76	17	2.770	8.30-18.30	190	97	136,0	23,1	0,06	0,0	0,102	0,0037	0,06	0,0	0,253	0,024	2,86	0,48	-0,7071	0,003012		Pylorusstenose
22	Fi.	1641/76	2820	♂	23.05.76	27.05.76	4	2.810	9.30-19.30	177	110	126,3	19,06	0,06	0,0	0,119	0,0022	0,06	0,0	0,26	0,021	1,95	0,498	-0,4945	0,003104		ANS-Verdacht
23	Be.	1665/76	3410	♀	22.05.76	28.05.76	6	3.470	8.30-18.30	141	71	103,18	18,46	0,06	0,0	0,111	0,003	0,06	0,0	0,27	0,018	1,05	0,22	-0,6269	0,003716		Hyperbilirubinämie
24	Li.	1670/76	3330	♀	22.05.76	02.06.76	11	3.400	9.00-19.20	210	78	131,68	32,39	0,05	0,0	0,118	0,0053	0,06	0,0	0,3	0,027	1,09	0,294	-0,5205	0,002455	●	Luespräventivkur
25	Ma.	1838/76	2760	♂	13.06.76	16.06.76	3	2.630	9.15-19.15	200	88	133,63	30,21	0,05	0,0	0,1	0,0	0,06	0,0	0,268	0,032	1,5	0,74	-0,4376	0,004836		Hyperbilirubinämie
26	Lo.	1706/76	3370	♂	23.05.76	13.06.76	21	3.590	9.15-19.15	208	130	158,55	23,83	0,052	0,0037	0,104	0,0049	0,07	0,0	0,244	0,015	3,0	0,309	-0,0984	0,003647		Hyperbilirubinämie
27	Sc.	1819/76	3160	♂	06.06.76	20.06.76	14	3.290	9.30-19.40	206	75	142,45	38,98	0,059	0,0023	0,116	0,0048	0,05	0,0	0,259	0,4	-0,15	0,489	-0,5629	0,003987		Pylorusstenose
28	An.	1872/76	2820	♂	18.06.76	21.06.76	3	2.700	8.30-18.30	186	102	139,35	22,04	0,06	0,0	0,099	0,0049	0,05	0,0	0,261	0,039	1,26	0,872	-0,7135	0,003257		Hyperbilirubinämie
29	Kl.	2292/76	3370	♂	24.07.76	05.08.76	12	3.400	13.00-23.30	191	111	148,67	22,46	0,056	0,0051	0,1	0,005	0,05	0,0	0,268	0,021	0,91	0,436	-0,3397	0,00448		Sectio, intrauterine Asphyxie
30	Po.	2271/76	3170	♂	31.07.76	07.08.76	7	3.190	9.00-19.00	200	112	154,81	16,6	0,06	0,0	0,1	0,005	0,05	0,0	0,253	0,021	0,0	0,0	-0,6916	0,003593		Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalte
31	Gr.	2268/76	3150	♂	31.07.76	09.08.76	9	3.290	11.30-21.30	188	128	139,7	19,25	0,049	0,0024	0,099	0,0024	0,05	0,0	0,254	0,016	1,76	0,768	-0,3165	0,004707		Zustand nach Vakuumextraktion
32	Sc.	2287/76	2850	♀	03.08.76	09.08.76	6	2.510	17.30- 3.40	181	105	121,65	23,12	0,051	0,0039	0,12	0,0024	0,05	0,0	0,244	0,013	0,0	0,444	-0,5729	0,001928	●	ANS-Verdacht
33	Pe.	2358/76	2850	♂	07.08.76	12.08.76	5	2.900	16.00- 2.00	169	93	146,45	27,5	0,05	0,0	0,1	0,0	0,05	0,0	0,257	0,018	1,25	0,657	-0,8202	0,002043		Hyperbilirubinämie
34	Yi.	2289/76	2570	♀	31.07.76	16.08.76	16	2.730	13.30-23.30	221	109	111,44	50,29	0,05	0,0022	0,111	0,0044	0,06	0,0	0,277	0,025	1,3	0,402	-0,5051	0,002729		Hyperbilirubinämie
35	St.	2428/76	3490	♂	16.08.76	19.08.76	3	3.460	13.15-23.20	198	81	128,76	10,09	0,06	0,0	0,12	0,0022	0,06	0,0	0,252	0,02	2,81	0,671	-0,8305	0,002599		Toxoplasmose der Mutter
36	Ma.	2555/76	3370	♂	30.08.76	31.08.76	1	3.210	12.30-23.30	152	118	102,5	21,24	0,05	0,0	0,1	0,0	0,06	0,0	0,272	0,029	1,65	0,0	-0,7131	0,002103		Anämie
37	Le.	2574/76	4040	♀	03.09.76	05.09.76	2	3.830	10.00-20.00	180	89	133,79	7,57	0,06	0,0	0,111	0,0022	0,06	0,0	0,266	0,01	1,0	0,224	-0,3052	0,002795		Hyperbilirubinämie
38	Al.	2580/76	2800	♂	03.09.76	06.09.76	3	2.700	14.00- 0.05	145	117	139,6	14,44	0,06	0,0022	0,12	0,0022	0,06	0,0	0,302	0,024	3,95	0,324	-0,1208	0,002078		Sectio, intrauterine Asphyxie
39	Lu.	2507/76	3360	♂	26.08.76	13.09.76	18	2.570	19.00- 5.10	182	125	136,95	14,28	0,042	0,0041	0,099	0,0059	0,05	0,0	0,263	0,008	2,0	0,47	-0,0789	0,002926		Rhesus-Inkompatibilität
40	Sc.	2628/76	2710	♂	01.09.76	13.09.76	12	2.820	19.00- 5.00	174	112	107,55	27,96	0,04	0,0	0,1	0,0023	0,05	0,0	0,256	0,012	2,7	0,498	-0,7959	0,003464		2. Zwilling
41	Wo.	2696/76	3560	♂	16.09.76	19.09.76	3	3.500	11.30-21.20	145	95	139,6	22,63	0,06	0,0	0,108	0,0045	0,05	0,0	0,289	0,013	1,62	0,9	-0,4075	0,003044		Sectio bei Beckenendlage
42	Mo.	2704/76	4340	♂	13.08.76	19.08.76	6	4.340	10.50-20.50	186	108	133,29	31,96	0,06	0,0	0,114	0,009	0,07	0,0	0,286	0,015	1,42	0,502	-0,5635	0,003577		Pylorusstenose
43	Br.	2702/76	3090	♂	10.09.76	22.09.76	12	3.200	18.30- 4.30	196	85	138,19	22,41	0,06	0,0022	0,109	0,0085	0,05	0,0	0,258	0,019	-0,39	0,669	-0,8433	0,004682		ANS-Verdacht
44	Kü.	2784/76	4140	♂	14.09.76	24.09.76	10	4.220	17.15- 3.15	173	104	144,67	22,46	0,04	0,0	0,08	0,0	0,05	0,0	0,266	0,03	1,95	0,478	-0,5685	0,006853	●	Klumpfüße
45	Ka.	2859/76	3370	♂	01.10.76	07.10.76	6	3.430	21.30- 7.30	176	113	132,38	15,32	0,06	0,0038	0,134	0,0102	0,05	0,0	0,259	0,021	2,14	0,436	-0,134	0,003058		Hyperbilirubinämie
46	Ho.	2834/76	2920	♂	25.09.76	01.10.76	6	3.010	20.30- 6.20	138	121	125,8	5,22	0,06	0,0	0,127	0,0066	0,05	0,0	0,264	0,014	2,24	0,55	-0,4429	0,008956		Hyperbilirubinämie
47	Sa.	2913/76	2710	♂	01.10.76	07.10.76	6	2.730	21.40- 7.30	165	121	135,0	11,86	0,051	0,0081	0,112	0,0088	0,06	0,0	0,269	0,006	1,75	0,0	0,4422	0,005743		Rhesus-Inkompatibilität
48	Et.	3002/76	2900	♂	04.01.77	12.01.77	8	2.510	17.15- 3.15	157	119	139,81	8,84	0,06	0,0	0,1	0,0	0,05	0,0	8,263	0,009	1,91	0,301	0,1799	0,008576		Rhesus-Inkompatibilität
49	Wi.	2757/76	2880	♂	31.12.76	11.01.77	11	2.990	16.30- 2.30	167	145	154,43	11,23	0,05	0,0	0,1	0,0	0,05	0,0	8,256	0,008	0,0	0,0	-0,68	0,002263		Rhesus-Inkompatibilität
50	Pl.	108/77	2870	♂	10.01.77	12.01.77	2	2.750	17.30- 3.30	137	98	124,14	5,93	0,05	0,0	0,1	0,0	0,05	0,0	0,283	0,001	0,0	0,0	-0,3743	0,003009		ANS-Verdacht
																				0,243	0,005	1,48	0,679	-0,0865	0,004648		Hyperbilirubinämie

6.6 Tabelle der einzelnen QT-Zeiten nach Hegglin-Holzmann

Berechnung der QT-Zeit nach Hegglin-Holzmann

QT = 0,39 RR

70	0,361	110	0,288	150	0,247	190	0,219
71	0,359	111	0,286	151	0,246	191	0,218
72	0,356	112	0,285	152	0,245	192	0,218
73	0,353	113	0,284	153	0,244	193	0,217
74	0,351	114	0,282	154	0,243	194	0,217
75	0,349	115	0,281	155	0,243	195	0,216
76	0,346	116	0,280	156	0,242	196	0,216
77	0,344	117	0,279	157	0,241	197	0,215
78	0,342	118	0,278	158	0,240	198	0,215
79	0,340	119	0,276	159	0,240	199	0,214
80	0,338	120	0,276	160	0,239	200	0,214
81	0,336	121	0,275	161	0,238	201	0,213
82	0,334	122	0,274	162	0,237	202	0,213
83	0,332	123	0,272	163	0,237	203	0,212
84	0,330	124	0,271	164	0,236	204	0,212
85	0,328	125	0,270	165	0,235	205	0,211
86	0,326	126	0,269	166	0,234	206	0,210
87	0,324	127	0,268	167	0,234	207	0,210
88	0,322	128	0,267	168	0,233	208	0,209
89	0,320	129	0,265	169	0,232	209	0,209
90	0,318	130	0,264	170	0,232	210	0,208
91	0,317	131	0,263	171	0,231	211	0,208
92	0,315	132	0,262	172	0,230	212	0,207
93	0,313	133	0,262	173	0,230	213	0,207
94	0,312	134	0,261	174	0,229	214	0,207
95	0,310	135	0,260	175	0,229	215	0,206
96	0,308	136	0,259	176	0,228	216	0,206
97	0,307	137	0,258	177	0,227	217	0,205
98	0,305	138	0,257	178	0,226	218	0,205
99	0,304	139	0,256	179	0,226	219	0,204
100	0,302	140	0,255	180	0,225	220	0,204
101	0,301	141	0,254	181	0,225	221	0,203
102	0,299	142	0,254	182	0,224	222	0,203
103	0,298	143	0,253	183	0,223	223	0,202
104	0,296	144	0,252	184	0,223	224	0,202
105	0,295	145	0,251	185	0,222	225	0,201
106	0,293	146	0,250	186	0,222	226	0,201
107	0,292	147	0,249	187	0,221	227	0,201
108	0,291	148	0,248	188	0,220	228	0,200
109	0,289	149	0,247	189	0,220	229	0,200

alldruck-druckerei burckhard zöllner
hindenburgdamm 136, 1-45
tel. 833 26 76